

Desenvolvimento de uma Aplicação SCADA na Continental – Indústria Têxtil do Ave, S.A.

Álvaro Miguel Almeida Ferreira

Relatório do Projeto Final / Dissertação do MIEM

Orientador na C-ITA: Eng.º José Osório

Orientador na FEUP: Prof.º Joaquim Gabriel



**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

Dezembro de 2013

Aos meus pais,
Álvaro e Maria Ermelinda

Resumo

Os sistemas SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) são cada vez mais usados na monitorização e controlo de sistemas de produção que operam 24h/dia, 7 dias por semana.

A Continental – Indústria Têxtil do Ave, S.A. (C-ITA) é uma empresa que se dedica à impregnação de tecido e corda para aplicações industriais, maioritariamente para o fabrico de pneus. Neste processo, a matéria-prima (*rayon*, *nylon*, poliéster e aramida) é torcida de forma a obter-se corda e, caso seja desejado, esta é tecida dando origem à tela. Antes de poder ser utilizada, esta é ainda impregnada em soluto, o que lhe garante uma melhor adesão à borracha e estabilidade dimensional. A mistura para a impregnação é produzida na secção de solutos pela junção de diversos componentes (Formaldeído, Amónia, Latex, entre outros), de acordo com receitas específicas. A secção de solutos é atualmente controlada através de um SCADA proprietário desenvolvido por uma empresa externa que funciona unicamente em *run-time* na C-ITA, não permitindo a sua edição, nem a reinstalação noutro computador em caso de avaria. Assim, existe interesse em criar um novo *software* de SCADA baseado numa solução comercial, capaz de trabalhar com o *hardware* existente, adicionando redundância ao sistema e a sua adaptação às novas necessidades.

Neste trabalho foi feito o levantamento exaustivo dos componentes de automação da secção de solutos (autómato, válvulas, bombas, motores, células de carga) e das respetivas variáveis de monitorização e controlo. No caso presente, o programa de controlo corre no PLC, funcionando o SCADA como interface para a leitura e escrita de variáveis digitais (*in/out*), analógicas (*in/out*) e *profibus* (para a leitura das células de carga).

Após uma pesquisa de mercado, optou-se por adquirir o *software Indusoft Web Studio®* para o desenvolvimento do SCADA, um computador industrial (para garantir uma maior robustez) e um módulo de comunicação RS-232 adicional. Com o intuito de disponibilizar uma interface gráfica simples e agradável, utilizou-se o *SolidWorks®* para criar um modelo tridimensional dos componentes principais da secção de solutos. O novo SCADA possui uma interface gráfica onde é efetuada a monitorização de todas as variáveis digitais (141) e analógicas (30). O programa desenvolvido permite guardar os dados adquiridos em base de dados e em ficheiro de texto para mais fácil exportação. Foi ainda criada uma página web para que outros computadores e *smartphones* possam conectar-se remotamente ao servidor para permitir a consulta de dados à distância.

Abstract

The SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) systems are becoming more used in the monitoring and control of continuous production systems operating 24 hours a day, 7 days a week.

The Continental – Indústria Têxtil do Ave, S.A. (C-ITA) is a company dedicated to the impregnation of tissue and rope for industrial applications, mainly for the manufacture of tires. In this process, the raw material (rayon, nylon, polyester and aramid) is twisted to obtain the rope and, if desired, it is subjected to a weaving process for the manufacture of the tissue. Before it can be used, it is impregnated in solute, which guarantees better adhesion to rubber and dimensional stability. The impregnation mixture is produced in the solutes section by the junction of different components (Formaldehyde, Ammonia, Latex, among others) in accordance with specific recipes. The solutes section is currently controlled through a SCADA developed by an outside company that works only on run-time in C-ITA, not allowing editing or reinstalling in another computer in case of failure. Therefore, there is interest in creating a new SCADA based on a commercial solution, able to work with the existing hardware, adding redundancy to the system and its adaptation to new needs.

It was made a comprehensive survey of the automation components in the solutes section (automaton, valves, pumps, motors, load cells) and of the respective variables for monitoring and control. In this case, the control program runs in the PLC, working the SCADA as the interface for reading and writing variables: digital (in/out), analogue (in/out) and profibus (to read the load cells).

After a market research it has been chosen to acquire: the InduSoft Web Studio® software for the development of the SCADA, an industrial computer (to ensure greater robustness) and an additional RS-232 communication module. In order to provide a simple and pleasant graphical interface, it was used the SoldiWorks® software to create a three dimensional model of the main components of the solutes section. The new SCADA has a graphical interface where it is done the monitoring of all digital (141) and analogue (30) variables. The developed program allows to store the acquired data in the database and in a text file for easier export. It was also set up a web page so that other computers and smartphones can remotely connect to the server to enable data consultation at distance.

Agradecimentos

Queria começar por agradecer às pessoas que estiveram mais próximas do desenvolvimento deste trabalho, os orientadores Prof. Joaquim Gabriel e Eng.º José Osório pela ajuda ao longo de todo o trabalho, o Eng.º Joaquim Rocha por toda ajuda fornecida na empresa que sem ela não teria sido possível a realização deste trabalho e o meu colega e amigo Hélder Ribeiro, que partilhou do mesmo espaço de realização de dissertação que eu, pelo apoio prestado e boa companhia durante todo o semestre que contribuíram, sem sombra de dúvida, para a realização deste trabalho.

Ao diretor do ramo de automação Prof. Francisco Freitas por toda a disponibilidade e disposição para me auxiliar ao longo de todo o trabalho.

Aos Eng.º João Paulo Silva, Osvaldo Azevedo, José Bastos e Inês Figueiredo da *Omron* por todo o apoio prestado quando foi necessária a resolução de problemas e dúvidas.

Ao Eng.º Carlos Azevedo por todo apoio no entendimento do *InduSoft Web Studio®* que facilitou consideravelmente a aquisição de conhecimentos.

Ao grupo de trabalho na empresa Hugo Vieira, João Melo, Ana Duarte e Eng.º Miguel Sá pela sempre boa disposição que motivava ainda mais a realização deste trabalho.

Ao meu colega de curso e amigo Tiago Bragança pelo tempo e meios disponibilizados para a realização da modelação 3D.

Ao grupo de amigos da faculdade que sempre que surgiam dúvidas não hesitavam em ajudar demonstrando que nunca estavam ocupados para ajudar um amigo e colega de curso. Não menciono nomes com o receio de me esquecer de alguém que de alguma maneira ajudou na realização deste trabalho.

Por fim, contudo não menos importante, gostaria de agradecer à minha família, em especial aos meus pais, por me terem possibilitado frequentar este curso e me terem apoiado ao longo de toda a minha vida académica.

Índice

1. Introdução	1
1.1. Continental – Indústria Têxtil do Ave, S.A., (C-ITA)	2
1.2. Motivação	3
1.3. Objetivos.....	3
1.4. Organização e Estrutura da Dissertação	3
2. Descrição do Processo Produtivo	5
2.1. Torcedura.....	5
2.2. Tecelagem.....	7
2.3. Impregnação	7
3. A Secção de Solutos	11
3.1. Processo de Obtenção do Solute.....	11
3.2. Representação Esquemática do Sistema	12
3.3. Tanques.....	13
3.4. Células de Carga.....	14
3.5. Válvulas Assistidas Pneumaticamente.....	16
3.6. Bombas de Duplo Diafragma	17
3.7. Medidores de Nível de Fluido	18
3.8. Motores.....	18
3.9. Autómato e Módulos	19
3.10. O Computador	20
4. Sistema Atual de Monitorização e Controlo	21
4.1. A Interface e Funcionalidades	21
4.2. Problemas Reportados	23
5. Estudo da Solução a Implementar	25
5.1. Seleção do <i>Software</i> de SCADA	25
5.1.1. <i>National InstrumentsTM – Lookout</i>	26
5.1.2. <i>National InstrumentsTM – LabVIEWTM DSC</i>	26
5.1.3. <i>InduSoft Web Studio®</i>	27
5.1.4. Tabela Comparativa dos Requisitos do <i>Software</i>	28
5.1.5. Teste de Comunicação dos <i>Softwares</i> com o PLC	29
5.1.6. Escolha do <i>Software</i>	30
5.2. Componentes Físicos a Adquirir.....	31
6. O Novo Sistema	32
6.1. Análise do PLC e Instalação do Módulo	32
6.2. Protótipo da Interface Gráfica.....	34
6.3. Interface Gráfica Implementada	37
6.4. Base de Dados	39
6.5. Partilha em Rede do SCADA através Computadores e <i>Smartphones</i>	40
6.6. Montagem do IPC.....	42
6.7. Funcionamento do Novo SCADA	44
6.8. Resultados Obtidos	46
7. Conclusões	51

7.1. Conclusões e comentários finais.....	51
7.2. Trabalhos futuros.....	52
8. Referências bibliográficas.....	53
9. Anexos	54
ANEXO A Diagramas de Princípio.....	55

Índice de Figuras

Figura 1 – Vista geral da Indústria Têxtil do Ave.	2
Figura 2 – Torcedores ICBT, vista frontal.	6
Figura 3 – Torcedores ICBT, vista lateral.	6
Figura 4 – Tear a produzir um rolo.	7
Figura 5 – Vista externa da <i>Zell</i>	8
Figura 6 – Vista interna da <i>Zell</i>	9
Figura 7 – Primeira tina de soluto.	9
Figura 8 – <i>Single End</i>	10
Figura 9 – Receita de soluto [4].	12
Figura 10 – Fluxograma da obtenção de soluto referente à Figura 9	12
Figura 11 – Esquema da troca de informação e alguns dispositivos presentes.	13
Figura 12 – Tanques 13 e 15.	14
Figura 13 – Célula de carga do tanque 12.	15
Figura 14 – Tanque 13 e respetiva célula de carga.	15
Figura 15 – Tanque 14 e respetiva célula de carga.	16
Figura 16 – Atuador pneumático e respetiva solução construtiva [5].	16
Figura 17 – Fim de curso de plástico (esquerda) e o novo fim de curso metálico (direita).	17
Figura 18 – Bomba de duplo diafragma que trasfega para os tanques de 5 a 12.	17
Figura 19 – Transdutor de pressão (esquerda) e ultrassom (direita).	18
Figura 20 – Motor agregado a um agitador do tanque 12.	19
Figura 21 – PLC <i>Omron</i> com os módulos existentes.	19
Figura 22 – Computador que suporta o SCADA na empresa.	20
Figura 23 – Sistema SCADA existente na empresa [4].	21
Figura 24 – Janela com os dados referentes ao preparador 9 [4].	23
Figura 25 – Exemplo de uma aplicação feita no <i>Lookout</i> [7].	26
Figura 26 – Exemplo de uma aplicação feita no <i>LabVIEWTM DSC</i> [8].	27
Figura 27 – Exemplo de uma aplicação feita no <i>InduSoft Web Studio®</i> [9].	28
Figura 28 – Montagem do PLC com os restantes componentes para se efetuar o teste de compatibilidade.	30
Figura 29 – IPC escolhido e local onde irá ser instalado [14].	31
Figura 30 – Programa contido no PLC.	33

Figura 31 – <i>I/O Table</i> do programa contido no PLC.	34
Figura 32 – Janela para criar novo projeto no <i>InduSoft Web Studio</i> ®.	35
Figura 33 – Ambiente de desenvolvimento do <i>InduSoft Web Studio</i> ®.	35
Figura 34 – Protótipo do novo sistema SCADA.	36
Figura 35 – Modelo tridimensional da secção de solutos no <i>SolidWorks</i> ®.	37
Figura 36 – Vista 3D da secção de solutos no <i>SolidWorks</i> ®.	38
Figura 37 – Vista 2D Norte da secção de solutos no <i>SolidWorks</i> ®.	38
Figura 38 – Vista 2D Sul da secção de solutos no <i>SolidWorks</i> ®.	39
Figura 39 – Base de dados criada com a tabela referente à comutação das válvulas.	40
Figura 40 – Janela de configuração do <i>IIS</i> da localização da aplicação SCADA.	41
Figura 41 – Localização de como realizar o <i>save</i> da aplicação em <i>HTML</i>	41
Figura 42 – Configuração no <i>InduSoft Web Studio</i> ® das variáveis a serem partilhadas via <i>smartphone</i>	42
Figura 43 – IPC montado na porta do quadro.	43
Figura 44 – Ligações entre CPU e ecrã tátil e alimentação.	43
Figura 45 – Teclado para utilizar no ecrã tátil.	44
Figura 46 – Novo SCADA com a Vista 3D.	45
Figura 47 – Novo SCADA com a Vista 2D Norte.	45
Figura 48 - Novo SCADA com a Vista 2D Sul.	46
Figura 49 – IPC com o novo SCADA em funcionamento.	47
Figura 50 – Vista 2D Sul a monitorizar com sucesso as variáveis digitais e analógicas do sistema.	47
Figura 51 – Nova base de dados com informação relativa aos testes realizados.	48
Figura 52 – Ficheiro “.txt” criado a partir da nova base de dados.	48
Figura 53 – Novo SCADA acedido pelo <i>Internet Explorer</i>	49
Figura 54 – <i>Login</i> do novo SCADA via <i>smartphone</i>	49
Figura 55 – Disposição das variáveis no <i>smartphone</i>	50

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Cores que as tubagens adotam quando têm fluído no seu interior que está a ser bombeado para um tanque [4].	22
Tabela 2 – Requisitos de <i>hardware</i> dos diferentes <i>softwares</i> [10] [11] [12] [13].....	29

1. Introdução

Neste capítulo será feita uma breve contextualização ao tema desta dissertação e uma apresentação da empresa na qual foi realizado e desenvolvido este trabalho. A motivação enuncia algumas razões que levaram à escolha deste trabalho como tema de dissertação. Por fim são descritos os objetivos propostos para este trabalho e os resultados esperados.

O aumento da produção industrial obriga as empresas a melhorar o controlo sobre todas as etapas de produção de uma forma mais apertada e assertiva. Neste sentido, os sistemas automáticos de monitorização e controlo surgem como uma solução natural e adequada para garantir elevados padrões de qualidade, fiabilidade e baixo custo. Os sistemas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) nasceram precisamente para dar resposta a estes desafios permitindo monitorizar e guardar em bases de dados o estado das variáveis do processo, bem como incorporar sequências de operações, industrialmente designadas por receitas. Estes sistemas permitem a existência de diversos níveis de palavras-chave com acessos diferenciados à informação desde administradores a operadores passando por chefes de turno entre outros.

Os sistemas de SCADA têm em geral poucas capacidades gráficas, mas são muito robustos, preparados para funcionar 24h/dia, 7 dias por semana, permitindo a duplicação de servidores, base de dados, ou outras informações críticas. A existência de vários servidores garante que em caso de avaria não é necessário a cessação da produção. Os SCADA são muito flexíveis permitindo a adaptação ao processo produtivo de uma forma rápida e eficiente. O acesso ao servidor pode ser feito quer localmente, quer remotamente utilizando a intranet e/ou dispositivos móveis.

Todos os motivos apresentados nos parágrafos anteriores fazem desta temática um assunto com elevado interesse industrial no âmbito da engenharia mecânica – automação –.

1.1. Continental – Indústria Têxtil do Ave, S.A., (C-ITA)

A Continental – Indústria Têxtil do Ave, S.A. (C-ITA), Figura 1, iniciou a sua atividade a 4 de Agosto de 1950, com a entrada em funcionamento do primeiro torcedor de fio para o fabrico de pneus.

Em 1958 a principal matéria-prima na construção de pneus deixa de ser o algodão e passa a ser o *rayon* de alta tenacidade o que obrigou à aplicação de um acabamento para garantir a adesão dos compostos de borracha ao tecido.



Figura 1 – Vista geral da Indústria Têxtil do Ave.

Na década de 70/80 a INTEX (antes de ser C-ITA) iniciou um ambicioso projeto de inovação tecnológica e aumento da capacidade produtiva da fábrica, que envolveu, entre outras medidas, a renovação da secção de torcedura e instalação de uma segunda máquina de impregnar.

Em 1993, a agora C-ITA foi uma das primeiras empresas têxteis a nível nacional a obter a certificação pela norma ISO9002¹ e, em 1998 a segunda empresa portuguesa a ser certificada pela APCER segundo a norma ISO14001².

No final da década de 90 e inícios do século XXI começou um novo ciclo de investimento, com vista à modernização das áreas de torcedura tecelagem e impregnação, que aumentou significativamente a capacidade de produção para 14 000 ton/ano, incluindo a compra de 2 máquinas de impregnar (corda e tela).

Atualmente a C-ITA tem uma área total de 52 329 m² dos quais 30 153 m² são de área coberta, tem 173 colaboradores permanentes e tem uma produção de 15 000 – 16 000 ton/ano de “tecidos” e “corda” para pneus, usando como matérias-primas o *rayon*, *nylon*, poliéster e aramida [1].

¹ 1987 Sistemas de qualidade – Modelo para garantia de qualidade em produção e instalação [2].

² 1996 Sistemas de gestão ambiental – Especificação e diretrizes para uso [3].

1.2. Motivação

A empresa C-ITA manifestou interesse no desenvolvimento de um novo SCADA pois o existente não permite a sua atualização nem a instalação noutra computador, em caso de avaria. Isto é uma situação bastante delicada uma vez que obriga à paragem de toda a produção.

Aproveitando as boas relações que a empresa mantém com a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, foi proposta esta dissertação com o objetivo de resolver o problema indicado.

No primeiro semestre tive a oportunidade de desenvolver um pequeno sistema de SCADA com o *software Lookout*, para o controlo de uma habitação virtual no âmbito da disciplina de Computação Industrial do MIEM. O trabalho despertou um interesse por esta tecnologia ser bastante atual. Desta forma, quando a empresa C-ITA propôs o desenvolvimento de um sistema deste tipo para a monitorização da produção do soluto para impregnação das cordas do pneu, decidi aceitar o desafio. Foi realizada uma visita à empresa com o intuito de conhecer as instalações e a linha de produção e perceber mais concretamente os objetivos do trabalho.

1.3. Objetivos

Apesar do sistema SCADA presente na empresa funcionar razoavelmente, existe interesse na criação de um novo SCADA, isto porque o atual não é editável. Outro problema é a não existência de um segundo servidor, nem do pacote de instalação do *software* que garantam um mínimo de segurança de funcionamento, já que o atual computador é antigo e não inspira confiança. Assim sendo, este trabalho tem como objetivo adicionar redundância ao sistema, criando um novo SCADA adaptado às necessidades atuais e que a médio prazo venha a ser o SCADA principal. Para tal, será necessário estudar em detalhe a unidade de produção de solutos e todos os componentes de automação.

1.4. Organização e Estrutura da Dissertação

O presente relatório encontra-se organizado em 6 capítulos para além do presente, apresentado a seguinte estrutura:

No capítulo 2 é apresentado o processo produtivo da C-ITA, as diversas etapas de produção e a importância de cada uma.

O capítulo 3 apresenta a secção de solutos, sendo este o sistema que o SCADA monitoriza e controla. Pretende-se descrever todos os componentes de automação relevantes para a escrita do *software*.

No capítulo 4 é apresentada uma breve explicação do funcionamento do SCADA atual.

O capítulo 5 descreve o processo de escolha do *software* e *hardware* necessários para a implementação da solução proposta.

No capítulo 6 encontram-se documentados todos os procedimentos efetuados no desenvolvimento do novo SCADA. O estudo e interpretação do programa do PLC, as interfaces gráficas criadas, registo e partilha de dados, montagem dos diversos componentes e o programa final.

O relatório termina no capítulo 7 onde são apresentadas as conclusões do trabalho realizado e sugestões de trabalho futuro.

2. Descrição do Processo Produtivo

A C-ITA é uma empresa que se dedica à impregnação de tecido e corda para aplicações industriais, maioritariamente para aplicações na indústria de pneus. Atualmente as principais matérias-primas utilizadas são o *rayon*, poliéster e o *nylon*.

Estes tecidos constituem o principal material de reforço dos pneus e, como tal, a sua qualidade assume particular importância na satisfação das condições de segurança requeridas para a estabilidade da direção e condução de alta velocidade, para além de condicionar a resistência à fadiga fora e dentro de estrada, e desgaste dos pneus.

Para se atingir o produto final, o fio tem de passar pelos seguintes processos:

- torcedura;
- tecelagem;
- impregnação.

Consoante a matéria-prima e o produto final, nem todos os processos são necessários, sendo a tecelagem o processo que normalmente se retira do procedimento de obtenção do produto [1].

2.1. Torcedura

O processo de torcedura consiste na junção das matérias-primas numa só bobine (podendo ser ou não do mesmo material). É através da rotação dos dois fios, num local denominado balão, que estes se envolvem um no outro formando assim uma corda. Este processo tem o objetivo de aumentar a resistência do material ao desgaste por fricção [1]. É possível observar nas Figuras 2 e 3 torcedores ICBT que se encontram na empresa.



Figura 2 – Torcedores ICBT, vista frontal.



Figura 3 – Torcedores ICBT, vista lateral.

2.2. Tecelagem

A seguir à torção, as bobines de corda, depois de um período de estabilização, passam para a secção de tecelagem. A tecelagem é o processo onde as várias cordas são unidas numa tela, para tal as bobines são alinhadas em série e em paralelo e a corda de cada bobine é presa ao tear como se pode ver na Figura 4.



Figura 4 – Tear a produzir um rolo.

Nos teares a tela produzida é envolta sobre si formando um rolo. Para a produção do rolo são necessários 1 100 a 2 600 cordas, consoante o artigo. Para que as cordas fiquem alinhadas a uma distância igual umas das outras, de forma a criar a tela, usa-se um fio de algodão transversalmente às cordas. No caso do produto “Corda impregnada de *nylon*”, este não passa por este processo (tecelagem).

Ao produto que sai da tecelagem designa-se de “tecido verde” (designação dada ao produto antes de ser impregnado) [1].

2.3. Impregnação

Os produtos “em verde” seguem então para a última etapa de produção, designada de impregnação. Esta divide-se em duas secções: a impregnação da corda e a impregnação da tela. A impregnação dos componentes têxteis tem como objetivo conferir adesão à borracha

(através de uma solução química designada de soluto) e ainda conferir estabilidade dimensional através de tratamento térmico (estufas).

A secção de impregnação de tela consiste numa máquina, denominada de *Zell*, com 7 estufas, 4 grupos tratores grandes (3 motores de 132 kW e 1 de 160 kW) que têm a função de dar uma ligeira deformação variável ao rolo para que obtenha características específicas, essenciais ao bom funcionamento do pneu 2 tinas com solução e 2 acumuladores. Devido às grandes dimensões das estufas, a máquina divide-se em 7 pisos (pode-se ver a dimensão do edifício na Figura 5 e o seu interior na Figura 6). O artigo “em verde” passa primeiro pelo acumulador de entrada, pelo grupo trator grande e pela primeira tina (Figura 7) com solução de ativação. A solução contida na primeira tina permite a ativação do “tecido verde”. A tela entra na primeira estufa, na saída da segunda passa pelo segundo grupo trator e entra na terceira estufa. À saída da quarta estufa passa pelo terceiro grupo trator e pela segunda tina que contém a solução de impregnação. Em seguida entra na quinta estufa percorrendo até à sétima e última estufa. Na saída a tela passa no último grupo trator e pelo acumulador de saída. Os acumuladores permitem que esta máquina trabalhe em contínuo. As estufas da máquina *Zell* operam a uma temperatura entre 150 °C e 250 °C [1].



Figura 5 – Vista externa da *Zell*.

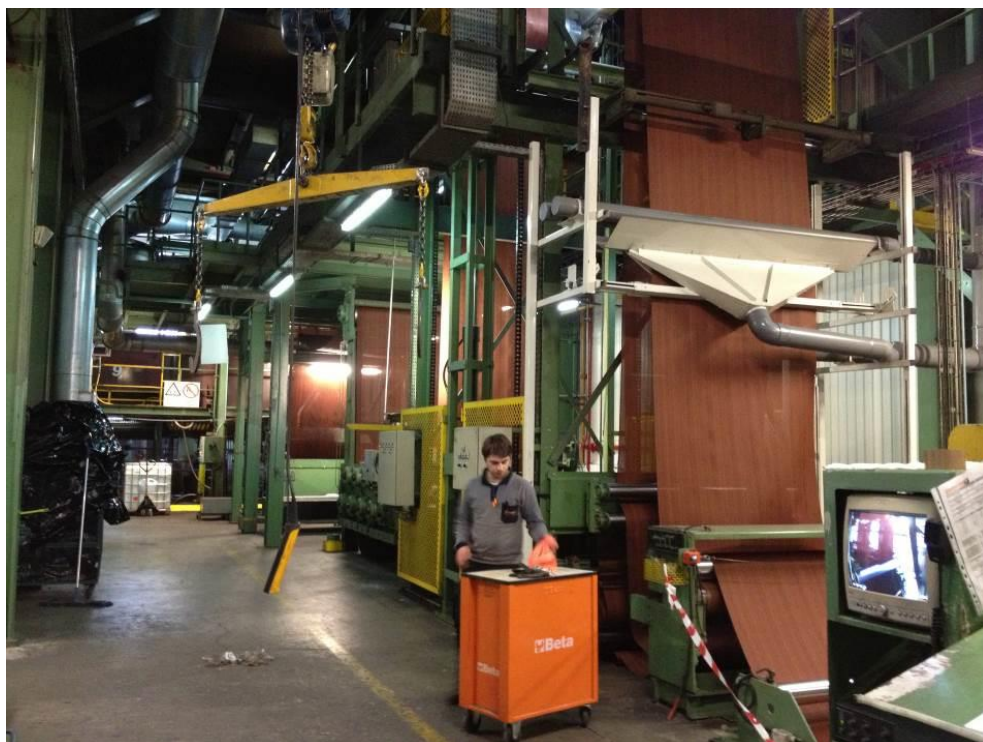


Figura 6 – Vista interna da Zell.



Figura 7 – Primeira tina de soluto.

A secção de impregnação de corda é constituída por uma máquina denominada de *Single End* (Figura 8). Esta máquina recebe as bobinas de corda vindas do processo de torcedura, pois não passam pelo processo de tecelagem, e dá-se a impregnação no seu interior que é constituído por 4 estufas, sobrepostas umas nas outras, pelas tinas que contêm a solução de impregnação e pelos grupos trator. Estes têm a função de dar uma ligeira deformação variável à corda para que obtenha características específicas, essenciais ao bom funcionamento do pneu. A corda em “verde” passa por um primeiro grupo trator antes de ser mergulhada numa primeira tina de solução. Entra na primeira estufa e segue então para o segundo grupo trator.

Segue depois para a segunda estufa e entra na segunda tina de solução após entrar no terceiro grupo trator para depois entrar nas estufas 3 e 4 e finalizar o processo no quarto grupo trator. Esta máquina permite impregnar 100 cordas em conjunto. Ao contrário da *Zell*, este processo ao fim de 40.000 metros de impregnação necessita que haja uma substituição das bobines na máquina *Sahm*, impossibilitando assim que a impregnação de corda seja um processo contínuo [1]



Figura 8 – *Single End*.

3. A Secção de Solutos

O soluto tem um papel de elevada importância no processo de obtenção do produto final da C-ITA, seja a tela ou a corda. A sua adição ao tecido garante a adesão à borracha e melhora as propriedades mecânicas dos pneus.

Ao longo deste capítulo será descrito o processo de obtenção do soluto, instalações onde se realizam as misturas e uma breve explicação de cada componente.

3.1. Processo de Obtenção do Solute

Foi descrito na secção 2.3 a existência de uma solução de ativação e uma de impregnação com uma composição variável de acordo com o produto que se pretende obter.

As matérias-primas principais para a criação do soluto são o Latex, a Amónia e o Formaldeído que se encontram nos tanques de alimentação que serão referidos na secção 3.3. Contudo, também são usados outros produtos dependendo da receita.

A empresa possui uma considerável variedade de solutos de que se mostra um exemplo na Figura 9 que se obtêm no geral pela mistura de 3 soluções distintas, uma solução de preparação, uma de reação e outra de preparação de Formol. Tanto a introdução de Amónia como a de Formaldeído no soluto final não pode ser imediata pois precisam de ser preparados *à priori*. No caso da Amónia, é necessário que haja uma reação com o produto que não se encontra em nenhum tanque de alimentação para ser adicionado ao soluto. No caso do Formaldeído, a sua adição ao soluto nunca pode ser direta pois é indispensável que seja dissolvido em água antes de ser adicionado ao soluto final. A Figura 10 mostra o fluxograma correspondente à sequência de operações definidas na Figura 9.

PREPARAÇÃO				REACÇÃO				PREPARAÇÃO DE FORMOL			
Operação	Sujeito	Quantidade	Unidade	Operação	Sujeito	Quantidade	Unidade	Operação	Sujeito	Quantidade	Unidade
Pesagem Auto	ÁGUA		%	Pesagem Auto	ÁGUA		%	Pesagem Auto	ÁGUA		%
Iniciar Agitação				Aviso	INICIAR AMON			Aviso	INICIAR FORMI		
Pesagem Auto	VP-LATEX		%	Iniciar Agitação				Iniciar Agitação			
Trasfega	Reactor			Pesagem Auto	AMÓNIA		%	Pesagem Auto	FORMOLDEÍD		%
Trasfega	Formol			Pesagem Manual	RFL-RESINA		%	Temporização			min
Temporização			min	Temporização			min	Terminar Agitação			
Terminar Agitação				Descarga Preparador				Descarga Preparador			
				Terminar Agitação							

Figura 9 – Receita de soluto [4].

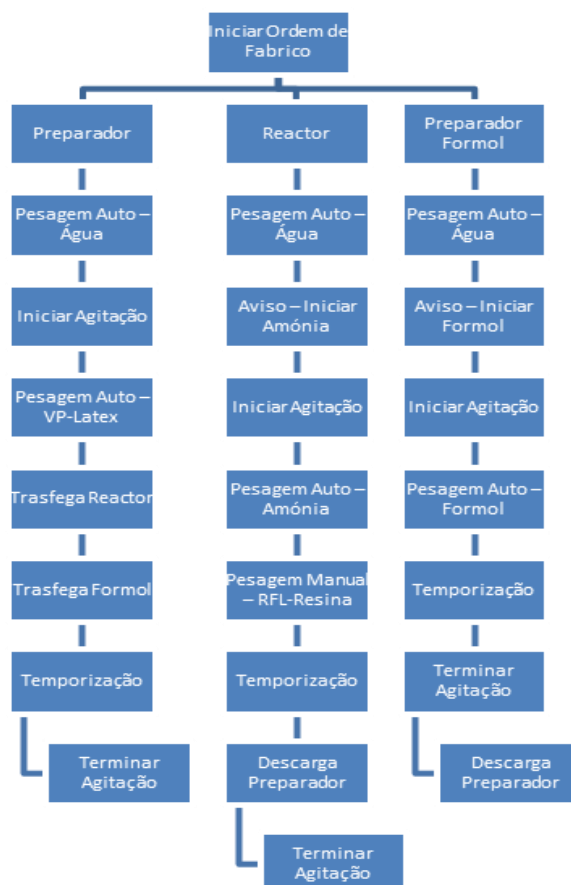


Figura 10 – Fluxograma da obtenção de soluto referente à Figura 9

Existem receitas que obrigam à adição manual de um produto que não existe nos tanques de alimentação. Nestes casos é usado um dinamómetro para pesar o recipiente de modo a dosar o produto.

3.2. Representação Esquemática do Sistema

A Figura 11 mostra um esquema da unidade de solutos. O software de SCADA corre num computador que comunica com o PLC e este com os componentes de automação válvulas, motores, agitadores, células de carga.

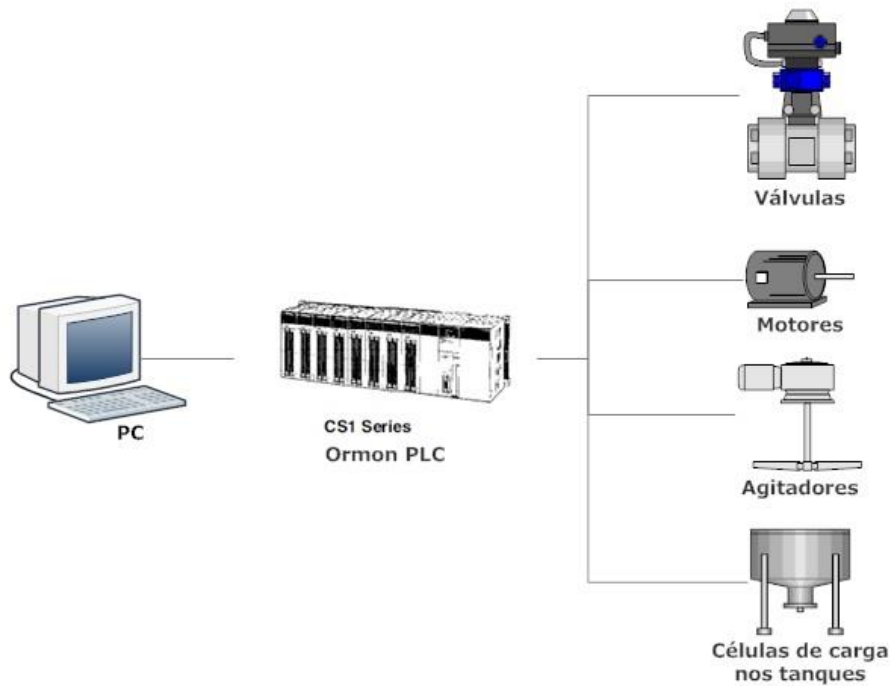


Figura 11 – Esquema da troca de informação e alguns dispositivos presentes.

3.3. Tanques

Tendo em conta a numeração presente na Figura 23 o sistema possui 2 recipientes de alimentação de elevado volume (1 e 2) que contêm latex e 2 de menor volume (3 e 4) que contêm amónia e formaldeído, respetivamente.

Existem 11 tanques, numerados de 5 a 15, onde são realizadas as misturas para a obtenção do soluto pretendido. Estes tanques são divididos em 6 grupos distintos:

- preparadores (9, 10, 11, e 12) – Tanques onde se realiza, primeiro, a mistura entre latex e a água e, posteriormente, a mistura desta com a preparada nos reatores e no tanque de mistura formaldeído;
- reator (8) – Tanque onde se realiza a mistura que envolve a amónia;
- preparador e reator (7) – Tanque polivalente onde se podem realizar as operações indicadas nos tanques anteriores. Contudo, a obtenção do soluto nunca se limita a um tanque, tendo sempre que usar pelo menos dois, um preparador e um reator, ou três se se usar formaldeído;
- armazenagem (5 e 6) – Tanques onde se armazenam os solutos já obtidos que não têm uso imediato, para que os restantes sejam utilizados para a criação de outros solutos;
- tanque da mistura de formaldeído (13) – Tanque onde se realiza a mistura de formaldeído com água (Figura 12);

- micro tanques (14 e 15) – Tanques onde se realizam misturas de baixo volume. Existem solutos em que a amônia ou formaldeído a serem utilizados são de quantidades relativamente pequenas quando comparados com o soluto final, obtendo-se assim maior rigor na pesagem. O 14 é o micro tanque da amônia e o 15 do formaldeído.



Figura 12 – Tanques 13 e 15.

3.4. Células de Carga

De modo a criar um produto com misturas precisas de diferentes fluídos, é importante garantir a utilização de células de carga capazes de medir o peso com o maior rigor possível.

Sendo os tanques de diferentes dimensões e para diferentes objetivos, as células de carga presentes no sistema também possuem diferentes características. Para além da exatidão de cada uma, também a sua montagem apresenta uma elevada importância na obtenção de valores precisos.

A cada tanque está associado um controlador da *Practicon* que comunica com o PLC via *Profibus* o peso do produto que está contido no seu respetivo tanque.

Em seguida são apresentadas as células de carga utilizadas na secção de solutos, sendo estas da marca *Thames Side-Maywood*.

Series T93 LA

Estas são as células de carga presentes nos tanques preparadores, reatores e armazenadores pois são as que possuem maior capacidade de carga.

Como se pode observar na Figura 13, as células são montadas em cima de uma viga e estas são colocadas à compressão com uma viga soldada ao tanque.



Figura 13 – Célula de carga do tanque 12.

LeverMount

Este tipo de células só é utilizado no tanque de preparação de Formaldeído (Tanque 13, Figura 14) dado que a gama de medição é menor.



Figura 14 – Tanque 13 e respetiva célula de carga.

Series T66 LA

No caso dos micro tanques, sendo estes de quantidades mais reduzidas que os restantes, a exatidão pretendida também é maior, daí a implementação de células de carga à flexão como se pode observar na Figura 15.



Figura 15 – Tanque 14 e respetiva célula de carga.

3.5. Válvulas Assistidas Pneumaticamente

As válvulas usadas incluem um fim-de-curso mecânico, um atuador rotativo e a válvula propriamente dito. Os atuadores apresentam a solução construtiva da Figura 16, tendo um veio central que roda por um sistema pinhão/roda cremalheira 90° e que atua a válvula e o fim de curso. Este componente físico é o mais problemático de todo o sistema. A passagem de soluto na conduta da válvula deposita resíduos no local de vedação, tornando a deteção do fim de curso problemática. Acresce que o elo de ligação entre os atuadores e os fins de curso é de material plástico, o que pode dar origem a uma deformação excessiva, originando erros na deteção.

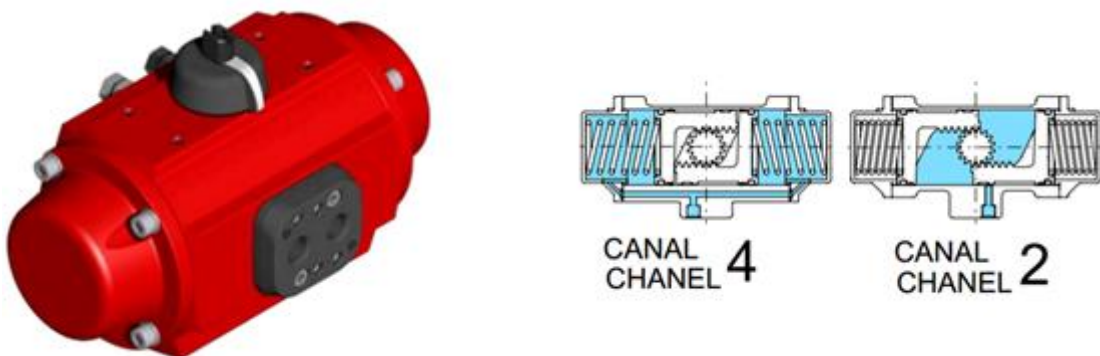


Figura 16 – Atuador pneumático e respetiva solução construtiva [5].

Com o intuito de resolver este problema, adquiriram-se fins de curso (Figura 17) com elo de ligação metálico de modo a minimizar a deformação. De facto, com a adição destes componentes, o problema de deteção da posição dos atuadores foi corrigido.



Figura 17 – Fim de curso de plástico (esquerda) e o novo fim de curso metático (direita).

3.6. Bombas de Duplo Diafragma

A trasfega entre os tanques 5 a 12 é realizada a partir de uma bomba de duplo diafragma (*Warren Rupp SandPIPER II Model S20 Metallic Design Level 1*, Figura 18), como também do micro tanque de Formaldeído para o tanque 13.



Figura 18 – Bomba de duplo diafragma que trasfega para os tanques de 5 a 12.

As bombas de duplo diafragma são muito utilizadas em ambientes industriais quando um químico no estado líquido tem que ser movido ou bombeado duma localização para outra. Este tipo de bombas são tipicamente feitas de plástico ou aço inox, pois são os melhores materiais a serem utilizados em ambientes corrosivos. As bombas de diafragma são

alimentadas por ar comprimido em vez de um motor elétrico para evitar o risco de explosão [6].

3.7. Medidores de Nível de Fluido

Nos tanques de alimentação a quantidade de matéria-prima é medida através de transdutores de pressão (tanques de Latex e Formaldeído) ou ultrassônicos (tanque de Amónio) da marca *Fisher-Rousemount*, Figura 19.



Figura 19 – Transdutor de pressão (esquerda) e ultrassom (direita).

3.8. Motores

Os motores (18) presentes na secção de solutos são utilizados para fornecer energia às bombas de alimentação, ao ventilador e aos agitadores (neste caso acoplados a redutores como se pode ver na Figura 20).



Figura 20 – Motor agregado a um agitador do tanque 12.

3.9. Autômato e Módulos

O PLC (*Omron CS1H-CPU65-V1*) é responsável pela monitorização e atuação de todos os elementos de automação da secção de solutos (Figura 21). Trata-se de um PLC antigo que possui um *rack* que possibilita a inserção de 10 módulos.

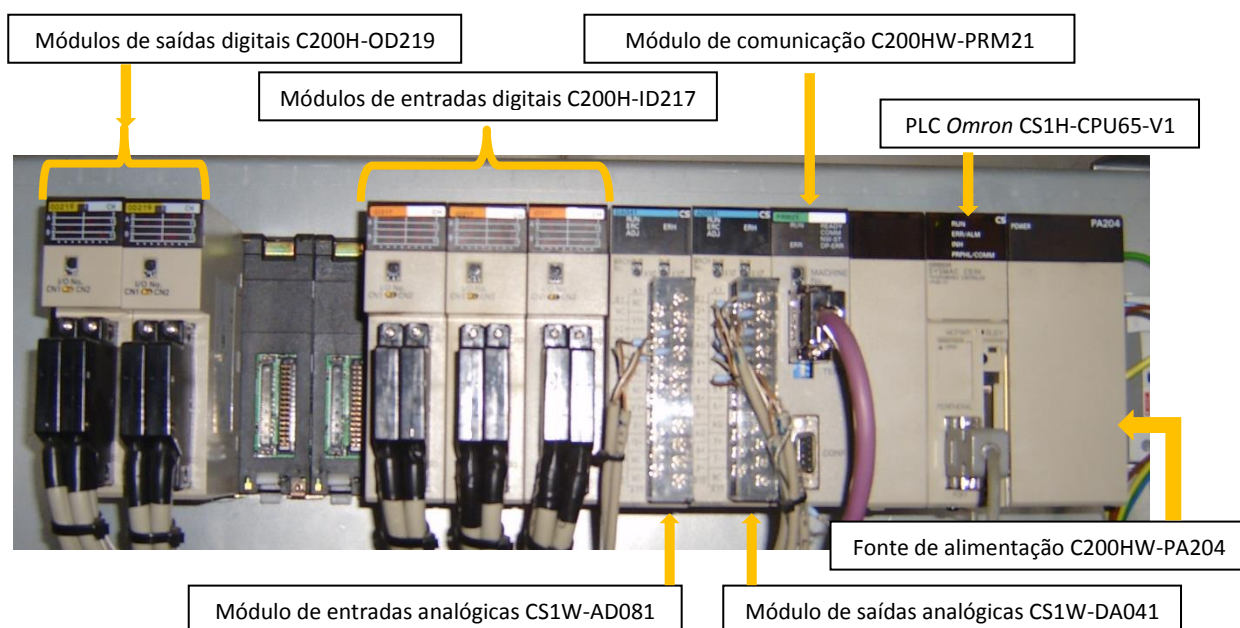


Figura 21 – PLC *Omron* com os módulos existentes.

Nas posições 1 e 2 do *rack* estão colocados módulos de saídas digitais C200H-OD219 de elevada densidade (com 64 saídas cada).

Nas posições 5 a 7 estão colocados módulos de entradas digitais C200H-ID217. Estes módulos são classificados de forma idêntica aos de saídas digitais.

Na posição 8 e 9 estão colocados os módulos analógicos de entrada CS1W-AD081 (8 entradas) e de saída CS1W-DA041 (4 saídas).

Na posição 10 encontra-se um módulo de comunicação C200HW-PRM21 que inclui uma porta RS485 para comunicação *profibus* e uma porta RS-232 para configuração com o computador.

3.10. O Computador

Trata-se de um *desktop* (Figura 22) que possui componentes de *hardware* bastante desatualizados que dificulta o correto funcionamento do SCADA existente. Sendo um computador que funciona 24 h por dia, existe a possibilidade de a qualquer momento sofrer uma avaria e não haver alternativas onde se implementar o SCADA.



Figura 22 – Computador que suporta o SCADA na empresa.

4. Sistema Atual de Monitorização e Controlo

Neste capítulo será apresentado o SCADA existente, a sua interface e limitações sem infringir o acordo de confidencialidade assinado com a empresa.

4.1. A Interface e Funcionalidades

De modo a supervisionar esta secção da fábrica, a C-ITA adquiriu o software de SCADA, que foi desenvolvido pela P&F Electrónica, que está apresentado na Figura 23.

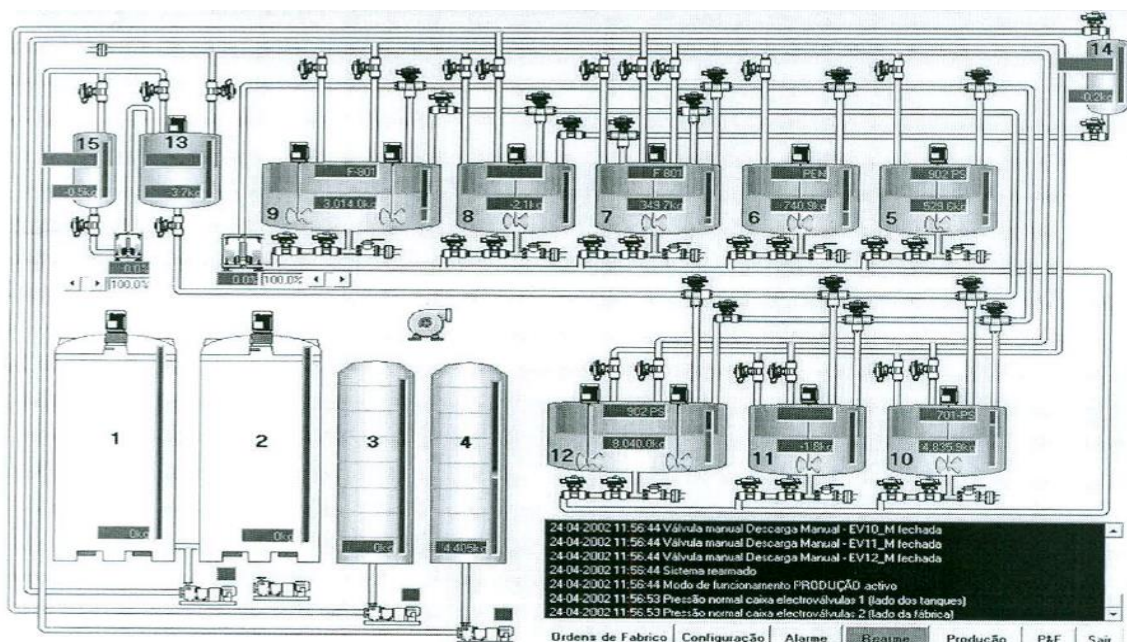


Figura 23 – Sistema SCADA existente na empresa [4].

Este sistema até ao momento não apresentou problemas a nível de *software*, sendo os alarmes gerados quando eventuais problemas aparecem, principalmente na comutação das válvulas. Contudo, existem ciclos de funcionamento que os operadores afirmam ser incorretos e que dadas as limitações do sistema atual não podem ser corrigidos. Este tópico será abordado na secção 4.2.

O sistema exibe um conjunto de menus no canto inferior direito que permitem aceder a diversas janelas e informações adicionais. Por cima, existe o quadro de eventos/alarmes para a identificação da fase do ciclo, bem como anomalias que possam ocorrer.

Quando é executada uma ordem para se encher um tanque, dependendo da operação, as tubagens terão diferentes cores para melhor identificação de acordo com a Tabela 1. Existe uma tubagem no sistema que não possui um tanque de alimentação, a da água.

Tabela 1 – Cores que as tubagens adotam quando têm fluído no seu interior que está a ser bombeado para um tanque [4].

Tubagem	Cor
Latex	
Amónia	
Formaldeído	
Água	
Recirculação	

Todos os tanques apresentam uma barra na vertical e um valor numérico relativo ao peso, localizado na zona mais perto da base do tanque. Contudo, os tanques, que não são de alimentação, apresentam ao utilizador diferentes informações, nomeadamente:

- um retângulo onde se indica qual a mistura que se encontra em execução ou que está armazenada (só indica esta informação nos tanques 5 e 6);
- mudam para uma cor esverdeada para informar o utilizador que existe uma operação a ser executada no mesmo ou foi dada uma ordem manual (por ex. uma pesagem manual);
- os agitadores presentes em cima do tanque também alteram a sua cor para um tom esverdeado quando são ativados devido a uma operação ou por ordem manual;
- surge um retângulo preto no meio dos dois já existentes onde aparece uma quantidade, referente a um valor de peso que está a ser transferido para outro tanque ou a receber. Os dois tanques que estão a realizar a operação de trasfega apresentam este retângulo onde o que diminui num é adicionado no outro;
- válvulas com conduta de duas vias – Consoante estejam abertas ou fechadas, apresentarão ou cor esverdeada ou cinza, respetivamente;
- válvulas com conduta de três vias – Estas válvulas, dependendo da posição em que se encontram, possuirão uma cor esverdeada de acordo com o caminho que a mistura segue:
 - Se não entrar no tanque, o caminho na horizontal encontrar-se-á a verde e o que sobra a cinza;
 - Se entrar no tanque, o caminho para o mesmo encontrar-se-á a verde e o que sobra a cinza.

- bombas de duplo diafragma - apresentam um valor percentual que o utilizador pode alterar conforme a velocidade pretendida.
- bombas centrífugas de alimentação – Alternam a sua cor entre verde e cinza, conforme esteja em funcionamento ou não, respetivamente;
- ventilador – Mesma representação das bombas de alimentação.

Quando um dos tanques é pressionado é possível observar a janela da Figura 24.

[illegible]

Figura 24 – Janela com os dados referentes ao preparador 9 [4].

Estas janelas informam o operador do número da ordem, a receita, o operador que deu início à ordem e a data e hora de começo. No fim da janela pode-se verificar que o SCADA se encontra em modo de funcionamento “Semi-Automático” o que quer dizer que o operador está autorizado a dar ordem de pesagens e dar ordem de início de agitação, indicando o período de tempo que o agitador se encontrará a funcionar.

É possível verificar todos os solutos feitos anteriormente, as receitas existentes na base de dados como também criar novas ou até mesmo editar existentes.

4.2. Problemas Reportados

Um alarme que não existe no sistema atual e que a empresa tem todo o interesse em ter, é a capacidade de detetar fugas que podem originar a contaminação da produção do soluto.

Outro erro reportado é a falta de monitorização da posição das válvulas quando existe uma trasfega. Tomando como exemplo uma trasfega do tanque 9 para o 5, somente a válvula

de recirculação do tanque 5 deveria se encontrar aberta, contudo, o programa só garante que as válvulas que se encontram no caminho até à desejada estejam fechadas. Isto origina que em caso de fuga nessa válvula nada impeça o soluto de se depositar nos tanques 10, 11 ou 12 visto não haver controlo sobre a posição das válvulas dos respetivos tanques.

5. Estudo da Solução a Implementar

Sendo o principal objetivo da empresa adicionar redundância ao sistema, a secção de solutos passará a ter dois computadores numa fase de transição, a correr os dois programas de SCADA comunicando com o mesmo PLC. Será assim necessária a seleção e aquisição de um novo *software* de SCADA e um módulo de comunicação por RS232 para permitir a comunicação entre PC-PLC em simultâneo com os dois computadores. Neste capítulo serão documentados os passos efetuados para a escolha do material.

5.1. Seleção do Software de SCADA

Devido aos motivos apresentados no capítulo 1, existe um elevado número de soluções no mercado. Na seguinte lista são enumerados alguns *softwares* que foram estudados, tal como o seu fornecedor/vendedor:

- *FAST/TOOLSTM* – Yokogawa®;
- *Proficy HMI/SCADA iFIX* – GE;
- *Proficy HMI/SCADA CIMPLICITY* – GE;
- *IX HMI* – Beijer;
- *InTouch®* – Invensys Wonderware®;
- *RSView®32TM* – Rockwell Automation;
- *SIMATIC WinCC* – Siemens;
- *CitectSCADA* – Schneider Electric;
- *Lookout* – National InstrumentsTM;
- *LabVIEWTM DSC* – National InstrumentsTM;
- *InduSoft Web Studio®* – Indusoft®.

Devido à sua disponibilidade imediata na faculdade, foram selecionados numa primeira avaliação o *Lookout*, o *LabVIEWTM DSC* (ambos da *National InstrumentsTM*), bem como o *Indusoft Web Studio®*.

Como o programa contido no PLC (que será estudado na secção 6.1) apresenta aproximadamente 6 000 *tags*, o pacote de *software* a adquirir terá que isso em conta.

5.1.1. National Instruments™ – Lookout

Este *software* foi comprado pela National Instruments™ no início do milénio e desde então não teve atualizações que adicionassem ou alterassem as características principais. Trata-se de um *software* com uma programação feita a partir de *wizards* o que retira alguma flexibilidade à programação. Contudo, apresenta a grande vantagem de se poder editar sem que seja necessário a interrupção do programa. Este foi o *software* usado na Faculdade na disciplina de Computação Industrial. A Figura 25 ilustra um exemplo das potencialidades do *Lookout*.

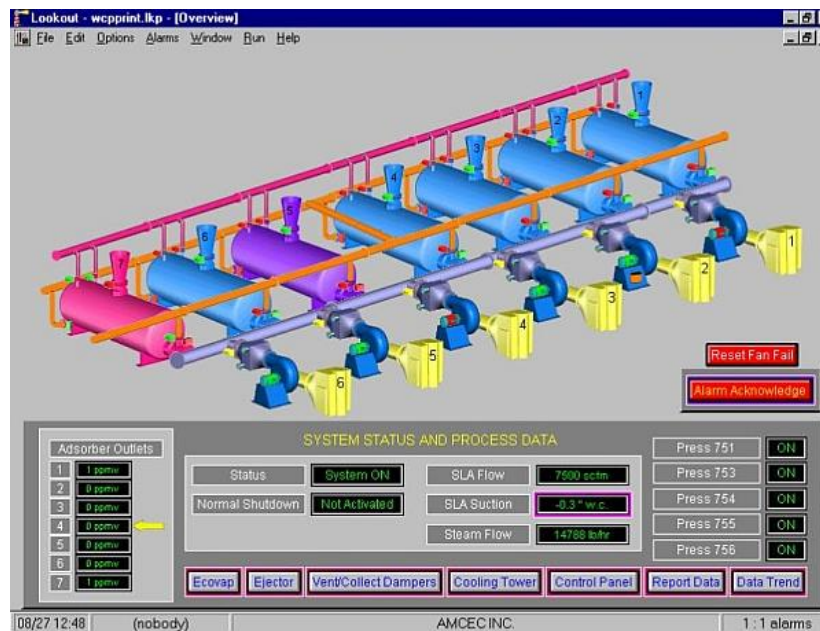


Figura 25 – Exemplo de uma aplicação feita no *Lookout* [7].

5.1.2. National Instruments™ – LabVIEW™ DSC

O *LabVIEW™* é um *software* que é utilizado a nível mundial para a aquisição e tratamento de dados graças à grande variedade de funções e de módulos de aquisição. O módulo DSC (*Datalogging and Supervisory Control*) é um SCADA que trabalha diretamente sobre o *LabVIEW* (Figura 26).

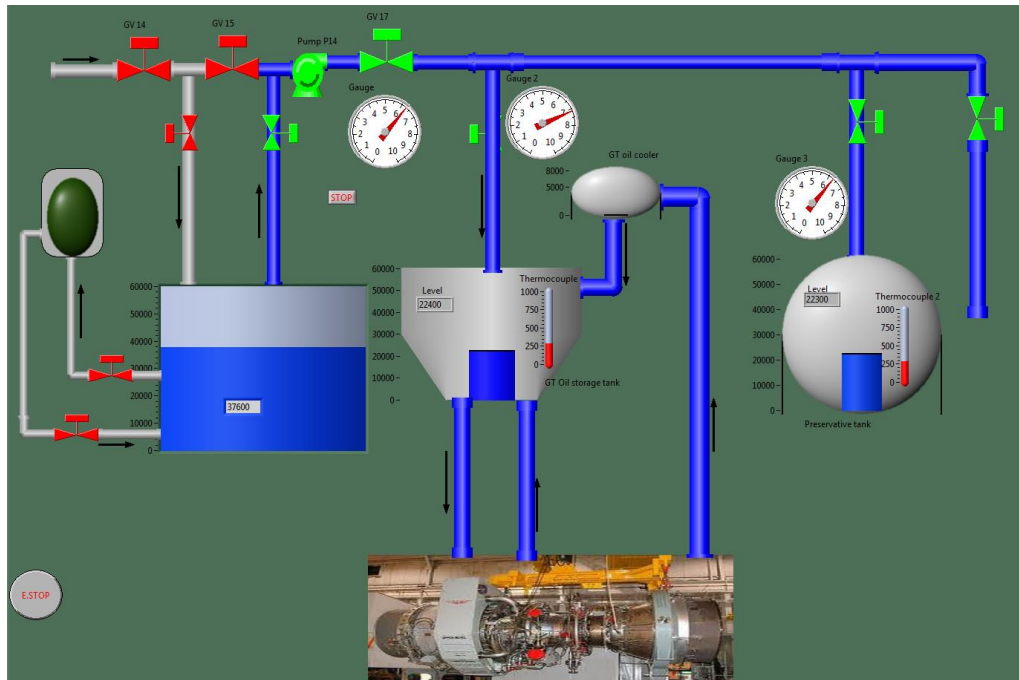


Figura 26 – Exemplo de uma aplicação feita no *LabVIEW™ DSC* [8].

5.1.3. InduSoft Web Studio®

O *InduSoft Web Studio®* é um *software* que se encontra bem posicionado no mercado, tendo cerca de 125 000 aplicações de HMIs (*human-machine interface*) e SCADAs instalados mundialmente [9]. Em Portugal é atualmente usado em empresas como a Parque Escolar para a gestão energética dos edifícios das escolas. Apresenta uma navegação simples, com uma programação *VBScript*, e objetos com funções pré-definidas. Possui um elevado número de *drivers* de forma que seja possível comunicar com qualquer tipo de componente. A Figura 27 ilustra um exemplo das potencialidades do *InduSoft Web Studio®*.

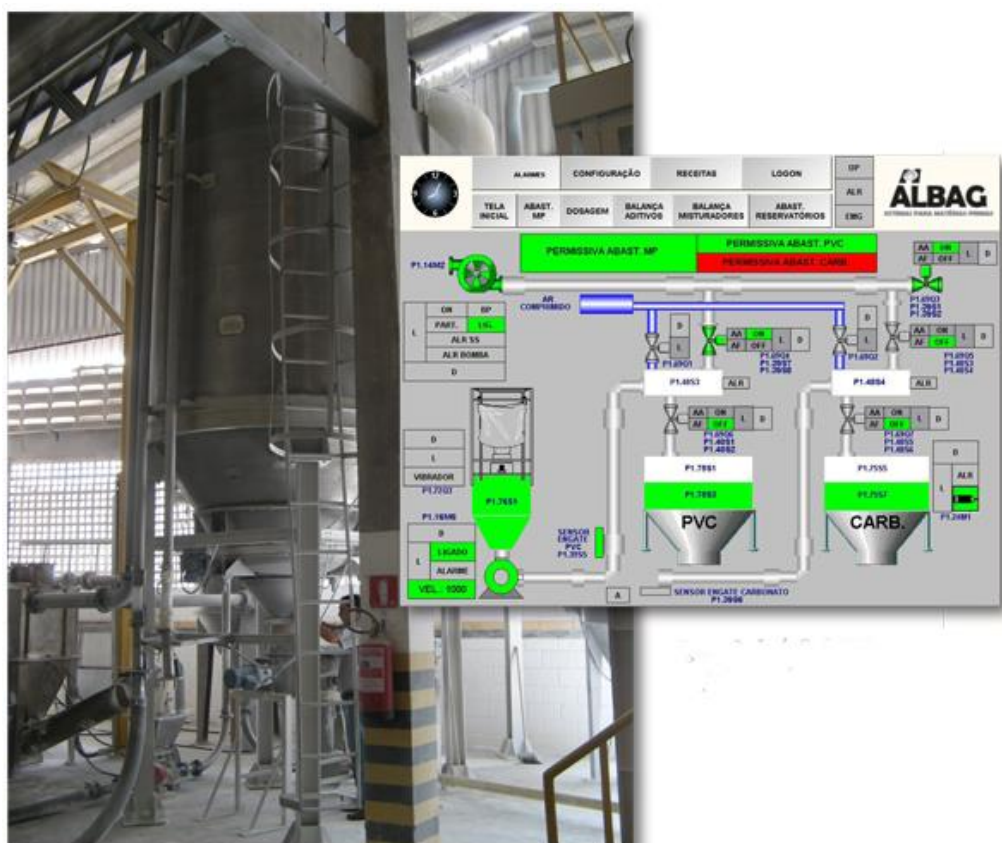


Figura 27 – Exemplo de uma aplicação feita no *InduSoft Web Studio®* [9].

5.1.4. Tabela Comparativa dos Requisitos do Software

É necessário ter em conta que os requisitos mínimos do SCADA ditam a capacidade de *hardware* que o computador deve possuir de modo a correr o *software*, logo a escolha do *software* influencia igualmente a escolha do computador a adquirir.

Uma análise mais detalhada sobre estes tópicos está presente na Tabela 2.

Tabela 2 – Requisitos de *hardware* dos diferentes *softwares* [10] [11] [12] [13].

<i>Software</i>	Requisitos mínimos exigidos					Custo no geral
	CPU	RAM (MB)	Sistema Operativo (win)	Espaço em Disco (MB)	Resolução de ecrã	
<i>InduSoft Web Studio®</i>	X86 1GHz	256	-XP SP3 -Vista SP1 - 7 -Server 2003 SP2 -Server 2008, -XP Embedded SP3 -Embedded Standard 7 2009	500	1024x768	Médio
<i>LabVIEW™ (Run-time)</i>	P III/Celeron 866 MHz	256	-7 -Vista -XP SP3 -Server 2003 R2 (32bit) -Server 2008 R2 (64bit)	353	1024x768	Muito Elevado
<i>LabVIEW™ (Desenvolvimento)</i>	P IV/M	1000	Mesmo que o anterior	3670	1024x768	
<i>LabVIEW™ DSC</i>	Mesmo que o anterior	512	Mesmo que o anterior	800	1024x768	
<i>Lookout</i>	Mesmo que o <i>LabVIEW</i> (Run-time)	256	Mesmo que o <i>LabVIEW</i>	1000	800x600	Médio

Com a informação contida na Tabela 2 pode-se excluir de imediato o *LabVIEW* entre as escolhas possíveis visto que os custos envolvidos são muito elevados, cerca de 6 000€!

5.1.5. Teste de Comunicação dos *Softwares* com o PLC

A comunicação entre PLC e SCADA é fundamental; os dois *softwares* incluem drivers para PLCs da *Omron*. Contudo, foram feitos testes de comunicação como garantia que, de facto, não existem quaisquer tipos de problemas de comunicação para o modelo em questão.

Tratando-se de um sistema que trabalha 24h/ dia e 7dias/semana, usar o PLC para testes é inviável e, por essa razão, ter-se-á que procurar alternativas de teste que apresentem conclusões idênticas caso se pudesse utilizar o PLC.

A Faculdade tem um *Omron* CS1G-CPU43-V1 que possui uma *rack* onde estão instalados os seguintes módulos:

- módulo de entradas digitais C200H-ID212;
- módulo de saídas digitais C200H-OC222;
- módulo de entradas analógicas C200H-AD001;
- módulo de saídas analógicas C200H-DA001;
- fonte de alimentação C200HW-PA204S.

O teste de compatibilidade foi composto em duas partes, a primeira dedicada às variáveis digitais e a outra às variáveis analógicas. Foi usado o *software* da *Omron*, *CX-Programmer*, para criar um programa simples para verificar a interatividade do SCADA com o autômato. A Figura 28 ilustra os componentes utilizados no teste de compatibilidade e a respetiva montagem.

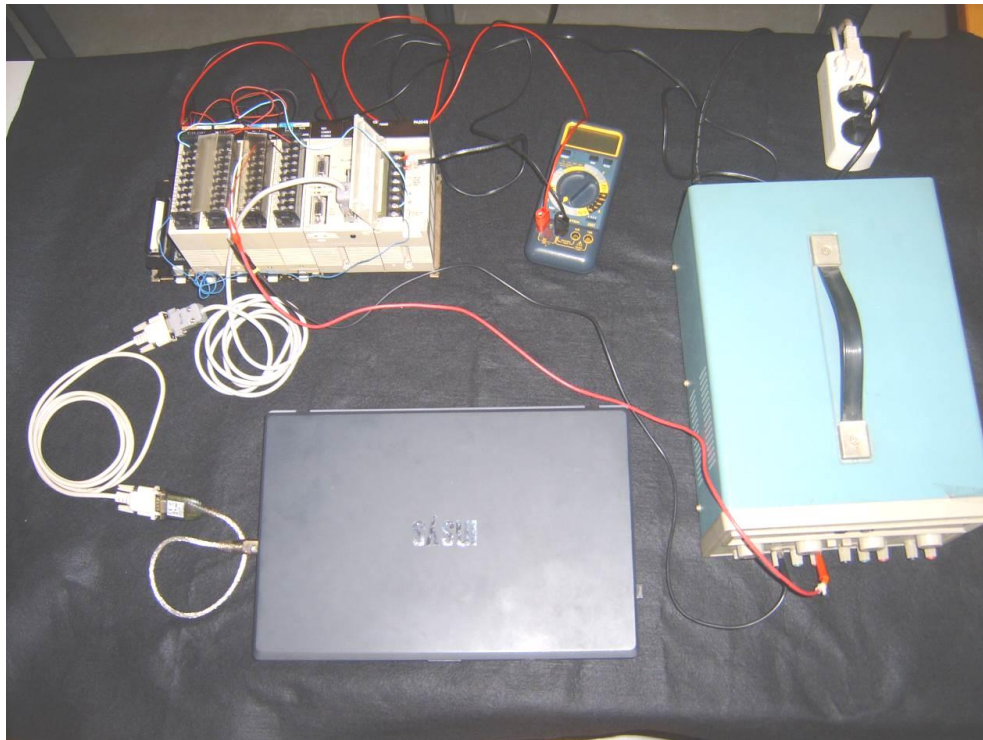


Figura 28 – Montagem do PLC com os restantes componentes para se efetuar o teste de compatibilidade.

Após os testes concluiu-se que nenhum dos programas (*Lookout* e *InduSoft*) apresentou dificuldades em ler e escrever variáveis.

5.1.6. Escolha do Software

Após se ter analisado os *softwares* propostos, chegou a altura de analisar as vantagens e desvantagens de cada um.

Relativamente à comunicação entre *software* e PLC, como foi possível provar na secção 5.1.5, não existe qualquer problema, sendo qualquer um dos *softwares* indicados para serem implementados.

Outra questão pertinente é a existência de apoio do fabricante do *software* no desenvolvimento deste trabalho e, posteriormente, à empresa para quando existir avarias haver alguém especializado que possa ajudar a resolver o problema. Neste ponto, o *Lookout* parte em grande desvantagem pois, sendo um programa comprado pela NI e não criado pela própria, não existe conhecimento aprofundado sobre o seu funcionamento, não garantindo uma ajuda eficiente com problemas que possam aparecer no futuro. O *InduSoft Web Studio®*, apesar de não possuir um distribuidor em Portugal, apresenta um apoio bastante prestável em Inglês e Brasileiro, sendo o serviço de apoio bastante satisfatório.

Após a análise de todos os pontos referidos no capítulo 5, concluiu-se que a escolha do *InduSoft Web Studio®* seria a mais adequada para implementar o SCADA na empresa.

5.2. Componentes Físicos a Adquirir

A empresa mostrou interesse em adquirir um IPC (PC Industrial) de modo a apresentar maior robustez. Como o PLC é da *Omron*, optou-se por adquirir o IPC da mesma marca com o ecrã separado do CPU de modo a reduzir o peso na porta do armário (Figura 29).



Figura 29 – IPC escolhido e local onde irá ser instalado [14].

Relativamente ao módulo de comunicação, optou-se por escolher um módulo de comunicação CS1W-SCU21-V1 que contem duas portas de comunicação RS232.

O custo total dos componentes seleccionados é assim de 6 200 € (CPU + ecrã tátil + módulo de comunicação + licença do software).

6. O Novo Sistema

Com os componentes de automação e *software* escolhidos, é possível começar com a criação do novo sistema SCADA para adicionar redundância ao sistema e que, com mais tempo, pode vir a se tornar o principal SCADA da secção de solutos.

Ao longo deste capítulo será feita uma análise do programa contido no PLC de forma a retirar-se todas as informações necessárias para criar a nova aplicação SCADA. Também serão descritas todas as ideias a implementar de forma a torná-lo o mais simples possível para que qualquer operador o possa entender. Serão abordados todos obstáculos encontrados e os resultados obtidos.

6.1. Análise do PLC e Instalação do Módulo

O programa de controlo da secção de solutos, inserido no PLC, possui cerca de 6 000 variáveis alocadas em diferentes zonas, tornando o seu entendimento bastante demorado e complexo (Figura 30). Acresce que não existe informação de suporte ao programa desenvolvido, dificultando ainda mais a sua compreensão. Tendo em conta o tempo restante para a execução do trabalho, optou-se por fazer apenas a monitorização do sistema, de forma a não escrever nada no PLC sem total entendimento do programa para não provocar algum efeito indesejável no sistema.

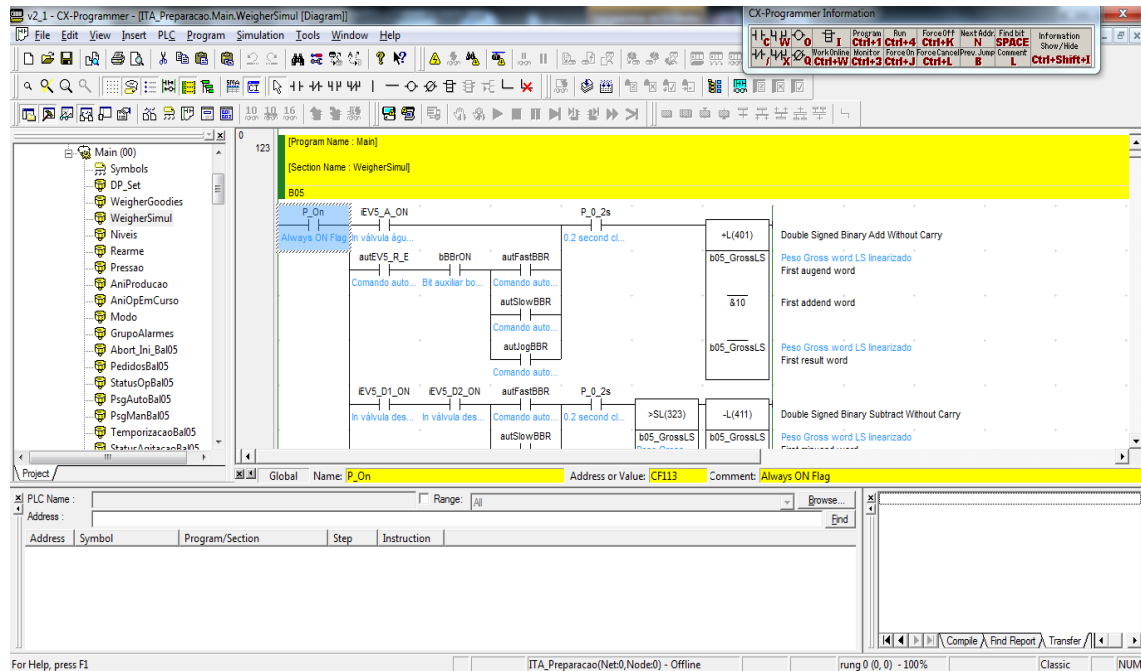


Figura 30 – Programa contido no PLC.

Após a instalação do módulo de comunicações verificou-se que o SCADA atuou os alarmes do sistema e que não era possível realizar qualquer tipo de operação. De facto a P&F Electrónica quando criou o programa no PLC definiu as *slots* vazias como “64pt Dummy” como se pode ver na Figura 31, o que significa que o endereço salta de 64 em 64 bits e ao se tentar introduzir um módulo num desses “Dummies” que não seja de 64bits de entrada, saída ou ambas, todos os endereços a seguir ao novo módulo descem 64bits no seu endereço, não sendo então possível instalar o módulo CS1W-SCU21-V1 no sistema, sem reconfigurar todo o sistema.

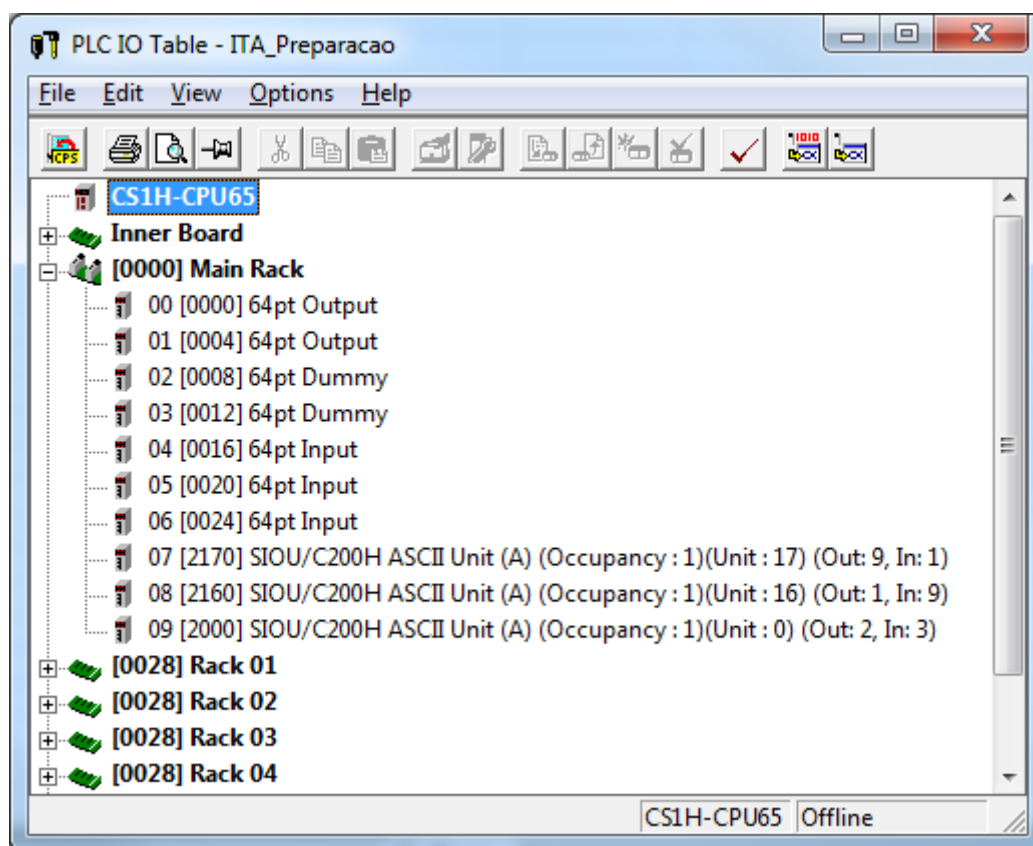


Figura 31 – I/O Table do programa contido no PLC.

Existem duas possíveis soluções ou adquirir uma nova *rack* para se inserir o módulo indicado no parágrafo anterior, ou uma *innerboard* montada no PLC e que adicionaria duas portas de comunicação ao sistema. Depois de se consultar com a Omron, chegou-se à conclusão que a solução mais económica é a *innerboard* com duas portas de comunicação RS232.

6.2. Protótipo da Interface Gráfica

Tendo em conta a experiência anterior dos utilizadores o novo SCADA deverá ter uma interface gráfica o mais idêntica possível à existente: botões, janelas, etc.

Contudo, tentar-se-á explicar primeiro como funciona o ambiente de desenvolvimento do *Indusoft Web Studio*®.

O parâmetro mais relevante na criação de um novo programa é a escolha do “*Product type*” que é o local onde se define o número máximo de *tags* que o sistema pode ter (parte a cinza na Figura 32).

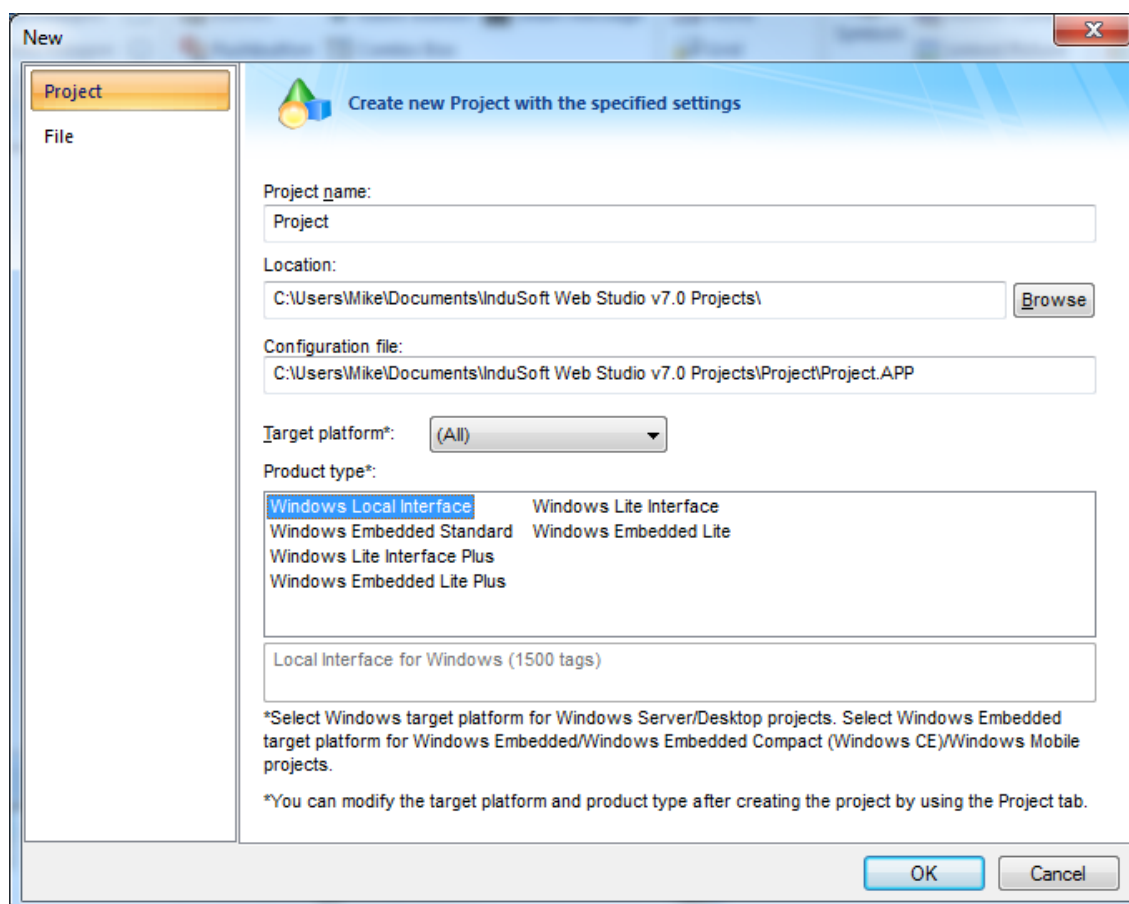


Figura 32 – Janela para criar novo projeto no *InduSoft Web Studio®*.

Depois de ser criado o novo projeto ter-se-á o ambiente da Figura 33.

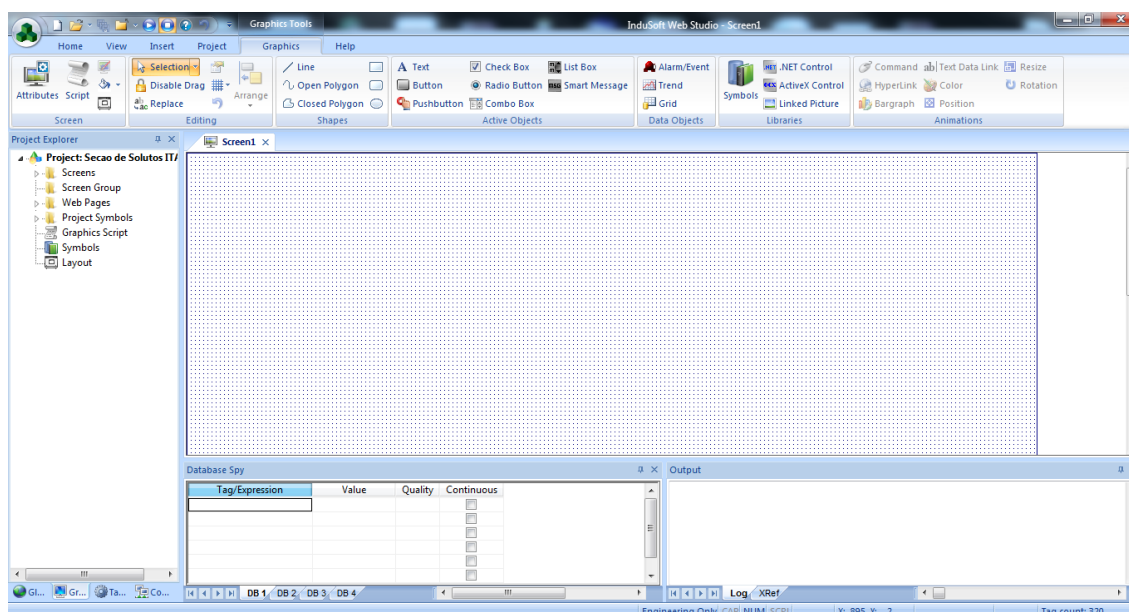


Figura 33 – Ambiente de desenvolvimento do *InduSoft Web Studio®*.

Na zona superior é possível visualizar os diferentes separadores como qualquer outro *software* inclui (*Word* por exemplo). Dentro do separador *Graphics* existe o “*Script*” que é onde se pode inserir uma folha para a criação de um programa via *VBScript*.

A janela da esquerda é responsável pela navegação “interna”, ou seja, é nela que se encontra o “*Global*” (onde se armazenam as variáveis do sistema), o “*Graphics*” (onde se

armazenam as diferentes janelas), o “*Tasks*” (onde se armazenam tarefas como alarmes, bases de dados, relatórios, etc) e o “*Comm*” (onde se encontram os drivers, OPC, TCP/IP para se alocar as variáveis aos endereços do PLC).

As duas janelas em baixo são usadas para realizar o *debug* do sistema, ou seja, quando estiver a correr a aplicação em *run-time*, é possível com o “*Database Spy*” verificar o estado/valor das variáveis para se verificar se o *run-time* também as consegue ler de forma eficaz. Com o “*Output*” é possível verificar os comandos trocados na leitura e escrita de variáveis, janelas que abrem e fecham, visualizar mensagens que foram colocadas propositadamente nos *scripts* de forma a verificar se o *script* indicado funciona corretamente, entre outros.

A Figura 34 mostra o aspeto da interface criada neste software.

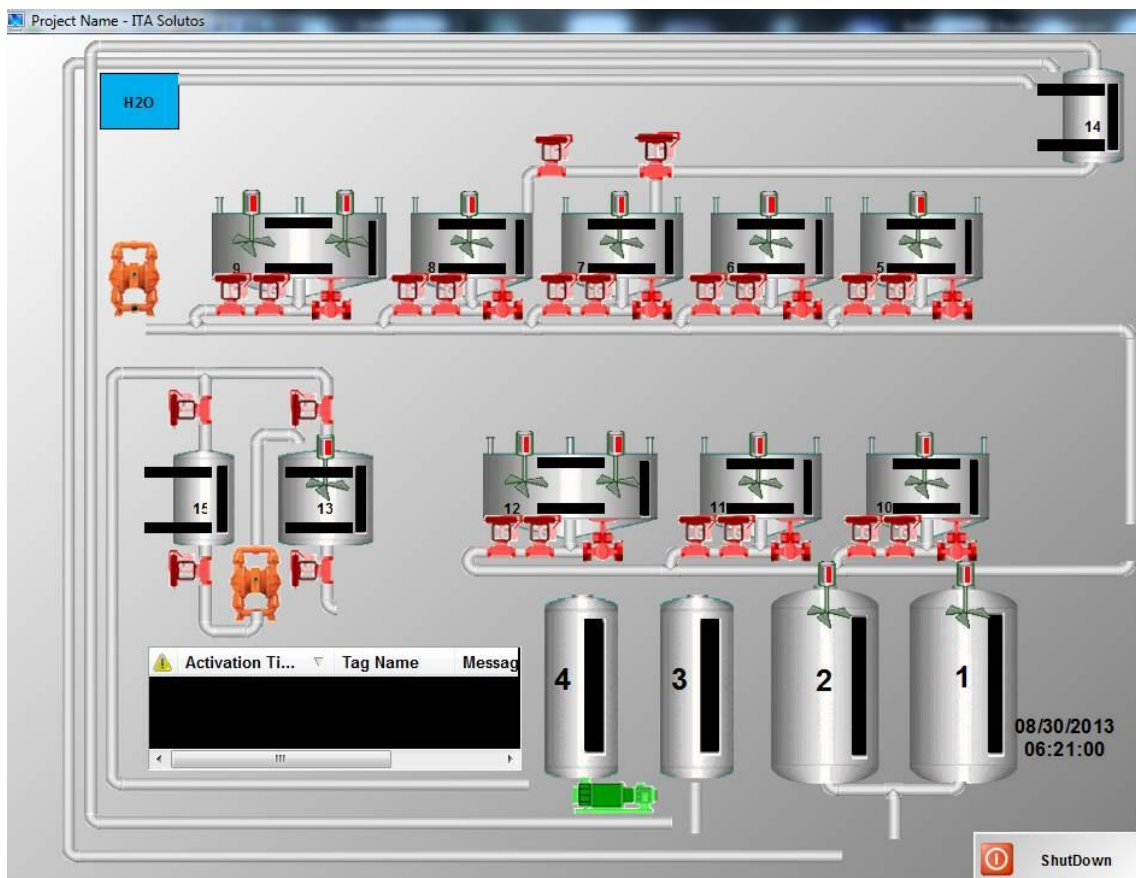


Figura 34 – Protótipo do novo sistema SCADA.

Para o teste do protótipo desenvolvido ligou-se o portátil ao PLC tendo sido efetuado com sucesso a comunicação e a leitura das variáveis, conforme planeado.

Quando os testes foram realizados encontravam-se presentes os operadores que normalmente efetuam todas as operações na secção de solutos e foi pedida a opinião sobre a interface e sugestões de forma a se obter a máxima satisfação possível. Foi unânime a opinião de que a interface a nível estético não era muito apelativa e que, apesar de não estar terminada, possuía muita sobreposição de objetos o que tornava a interface confusa e “pesada”.

6.3. Interface Gráfica Implementada

Tendo em conta os comentários dos operadores elaborou-se uma interface diferente da existente, tendo como objetivo ser inovador e criar um modelo tridimensional de toda a secção de solutos a partir do *software SolidWorks®*.

A ideia passou por oferecer ao operador uma visualização o mais idêntica possível ao sistema real criando uma interface gráfica tridimensional interativa e apelativa. Para tal foi necessário efetuar uma medição de toda a secção de solutos de forma a se obter um modelo aproximado à escala real. Este pode ser visualizado na Figura 35.

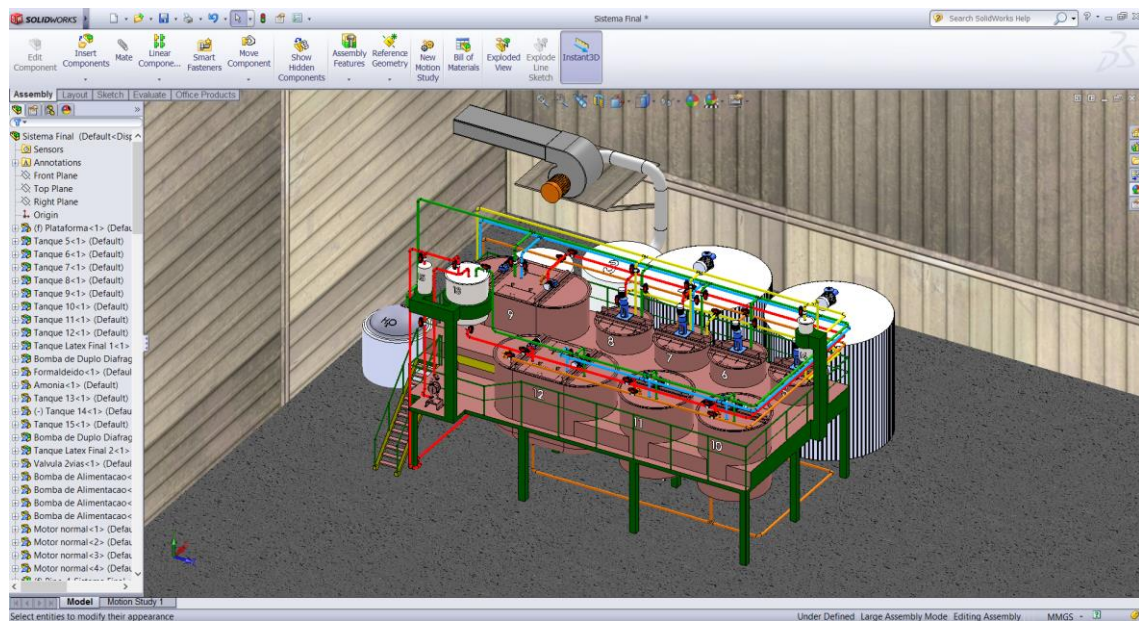


Figura 35 – Modelo tridimensional da secção de solutos no *SolidWorks®*.

Com o intuito de obter um ambiente gráfico de boa qualidade, foi efetuada a renderização do modelo tridimensional acima apresentado e cujo resultado pode ser observado nas Figuras 36, 37 e 38. Estas foram utilizadas como fundo do novo software de SCADA e o seu aspeto deu origem a um contentamento geral nos operadores e engenheiros. De forma a facilitar a perceção de qual o fluído que passa em cada conduta, usou-se o mesmo código de cores definido anteriormente, Tabela 1.

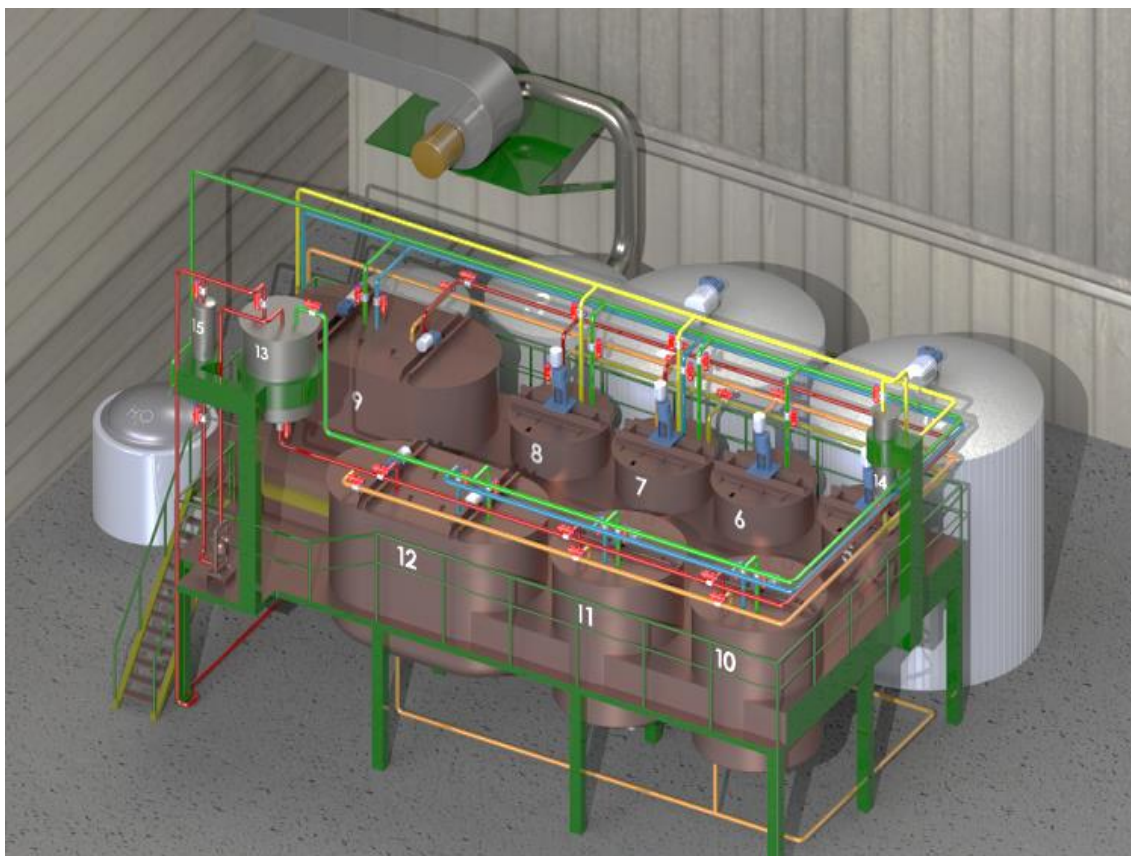


Figura 36 – Vista 3D da secção de solutos no *SolidWorks*®.

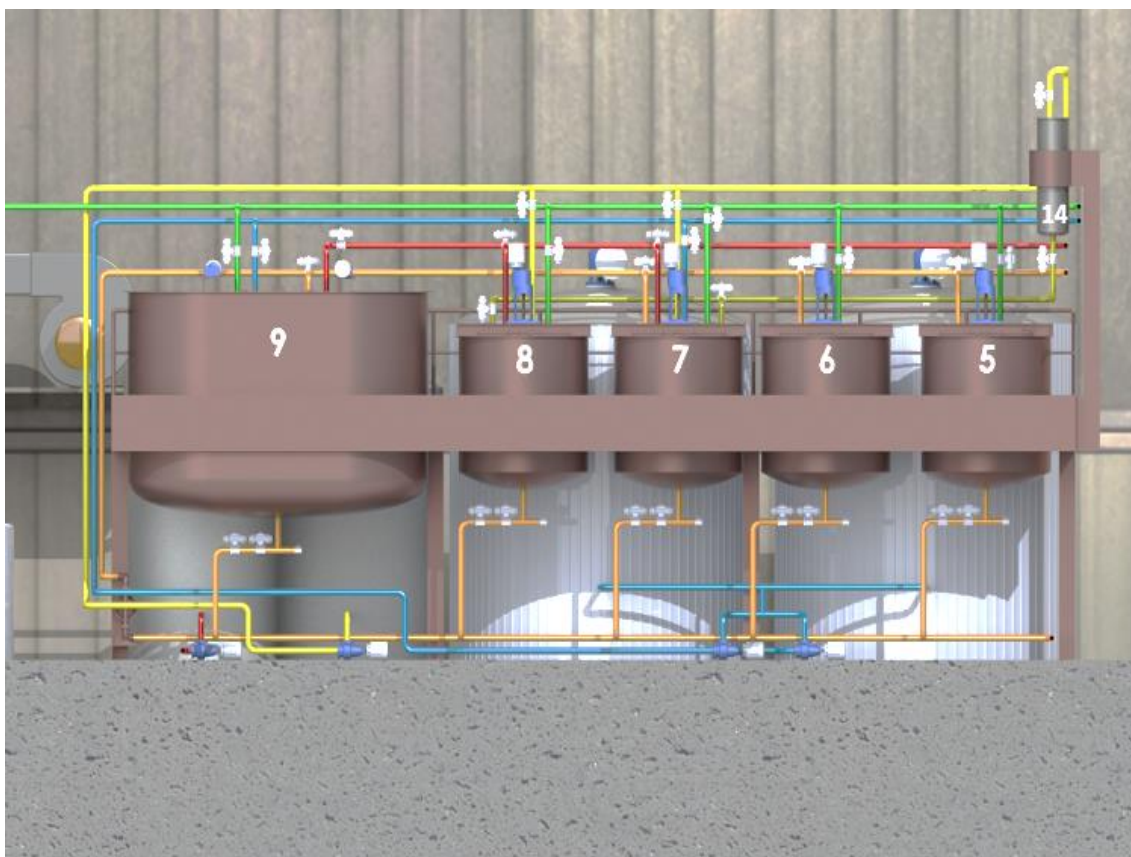


Figura 37 – Vista 2D Norte da secção de solutos no *SolidWorks*®.

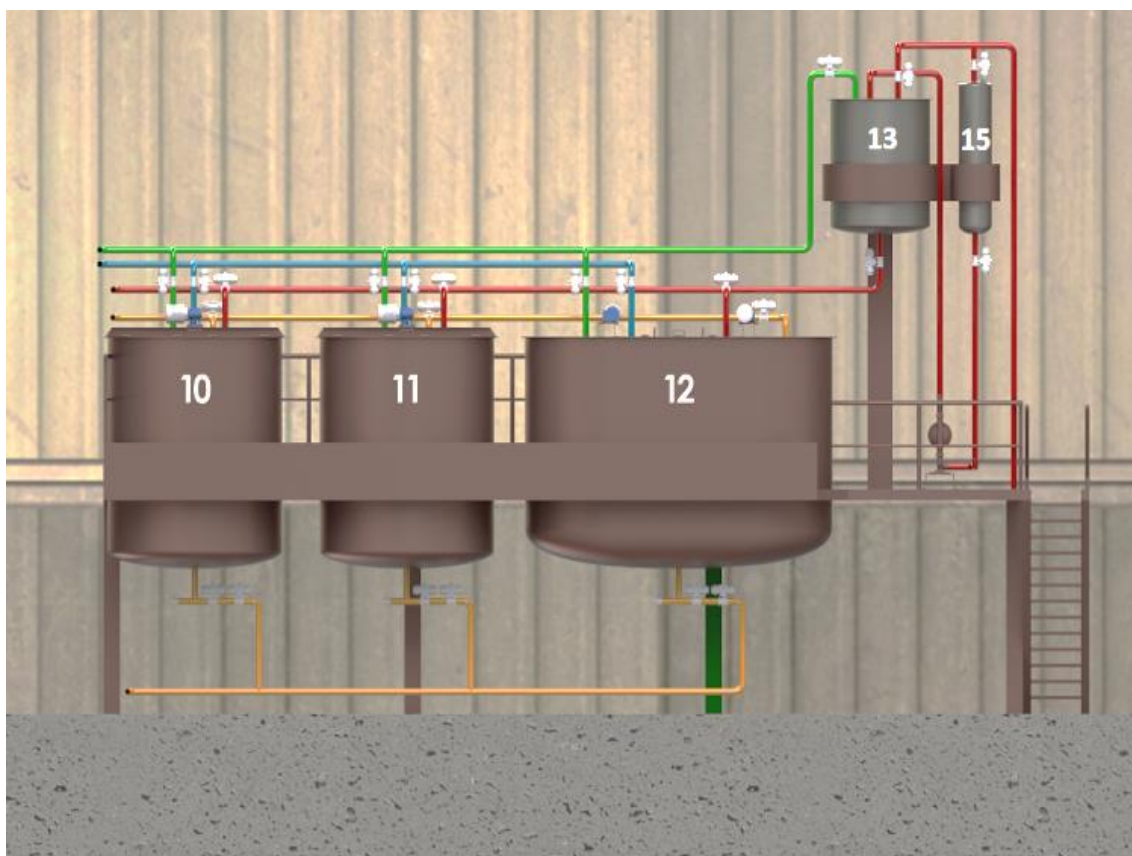


Figura 38 – Vista 2D Sul da secção de solutos no *SolidWorks®*.

6.4. Base de Dados

No sistema SCADA atual, toda a informação referente às receitas (denominação, quantidades), utilizadores e respetivas palavras-chave, entre outros, é armazenada numa base de dados encriptada visto ser confidencial.

No novo SCADA criou-se uma nova base de dados para registar o valor das variáveis do sistema bem como um ficheiro “.txt” de acesso rápido ao utilizador com a mesma informação. Esta nova base de dados tem como objetivo validar os dados recolhidos comparando-os com os do sistema atual. A Figura 39 ilustra a tabela criada, denominada de “*ValveStatus*”, e as respetivas colunas.

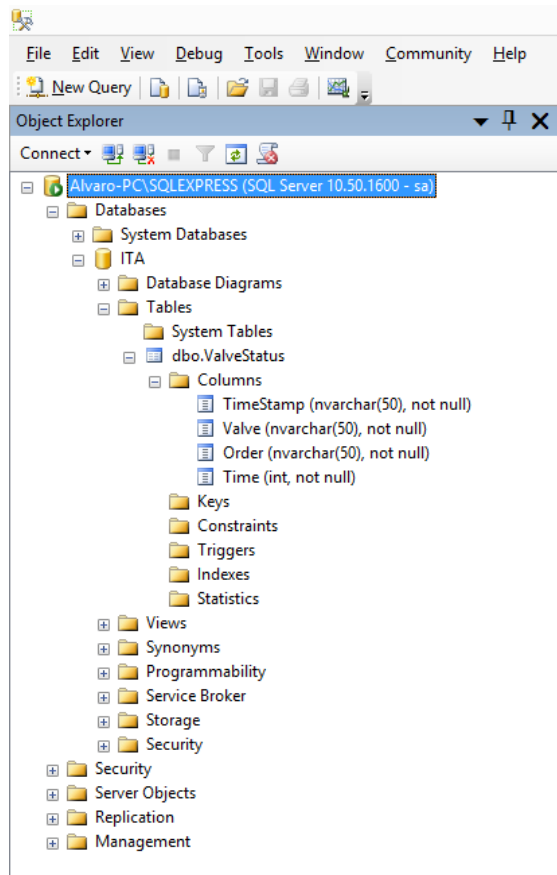


Figura 39 – Base de dados criada com a tabela referente à comutação das válvulas.

A tabela criada possui quatro colunas distintas:

- “TimeStamp” – indica a data e hora que ocorreu a comutação;
- “Valve” – indica qual a válvula que comutou;
- “Order” – indica se a válvula abriu ou fechou;
- “Time” – indica o tempo que válvula esteve aberta caso tenha sido dada ordem para fechar.

6.5. Partilha em Rede do SCADA através Computadores e Smartphones

O *InduSoft Web Studio®* possui a capacidade de partilhar em rede o sistema SCADA via computador e até mesmo *smarthphone* desde que este se encontre em modo “Run”. Para que tal seja possível, é necessário configurar o *software Microsoft Internet Information Services (IIS)* com o formato dos ficheiros a ler e a localização da pasta da aplicação SCADA para quando se aceder via IP ao computador (Figura 40).

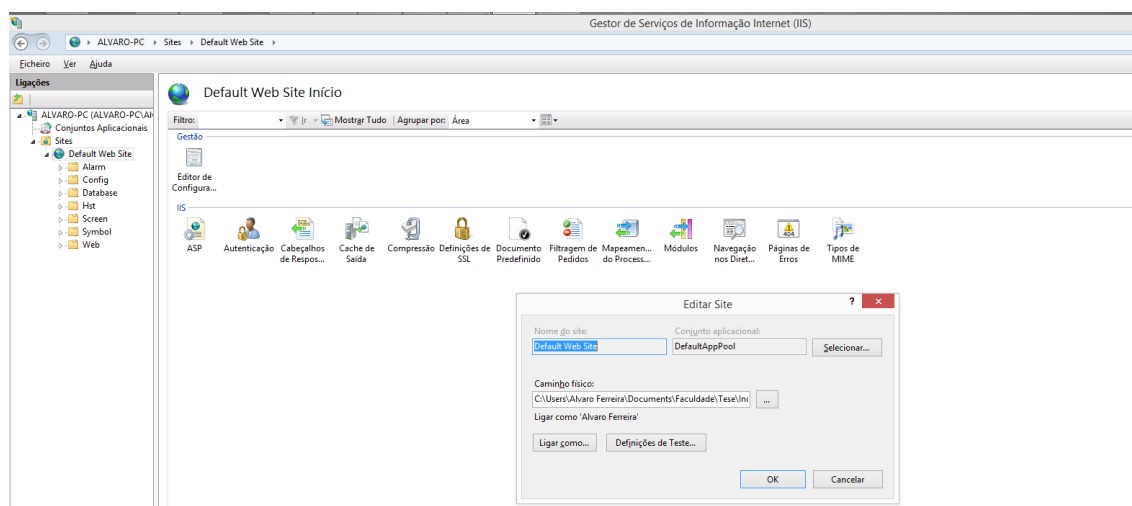


Figura 40 – Janela de configuração do IIS da localização da aplicação SCADA.

É necessário criar um ficheiro no formato “.html” no *InduSoft Web Studio*® para que o IIS possa então conceber uma página web acessível na rede. Para tal, o *software* SCADA possui uma ferramenta que realiza o *save* de toda a aplicação de forma a ser publicada na rede (Figura 41) numa pasta denominada “web” no mesmo diretório que a aplicação, sendo esta a que deve ser indicada no IIS.

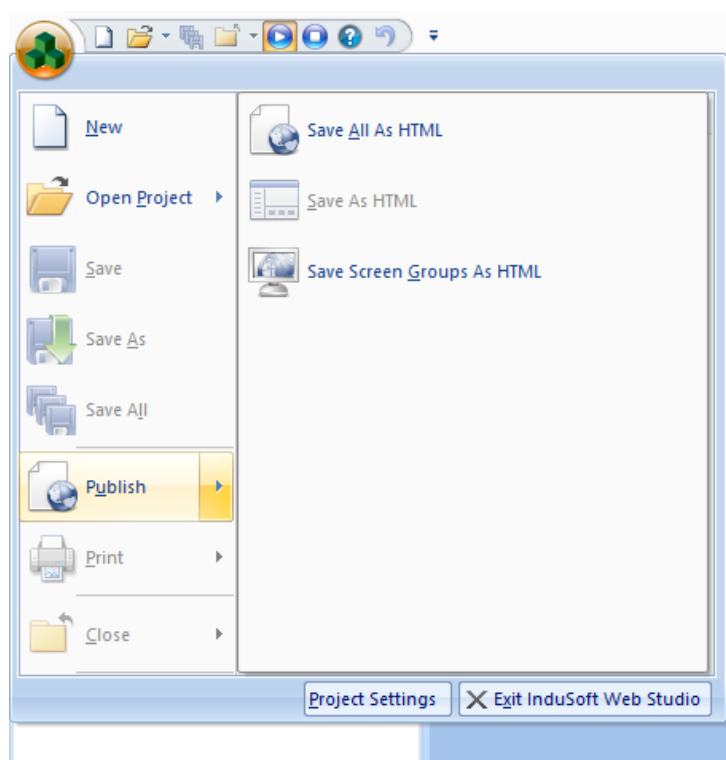


Figura 41 – Localização de como realizar o *save* da aplicação em *HTML*.

Dentro da pasta “web” é também criada uma segunda pasta denominada “SMA” onde se guarda toda a informação que pode ser consultada via *smartphone*.

Como é possível observar a partir da Figura 42, é necessário configurar no *software* SCADA se, de facto, se pretende partilhar informação via *smartphone* e, caso afirmativo, qual o tempo de atualização automática de dados, quais as variáveis a serem consultadas e se podem ser alteradas no próprio. Sendo que, a empresa pretende explorar esta ferramenta no

futuro, será apenas demonstrado se efetivamente é possível monitorizar e manipular algumas variáveis a partir de *smartphone*.

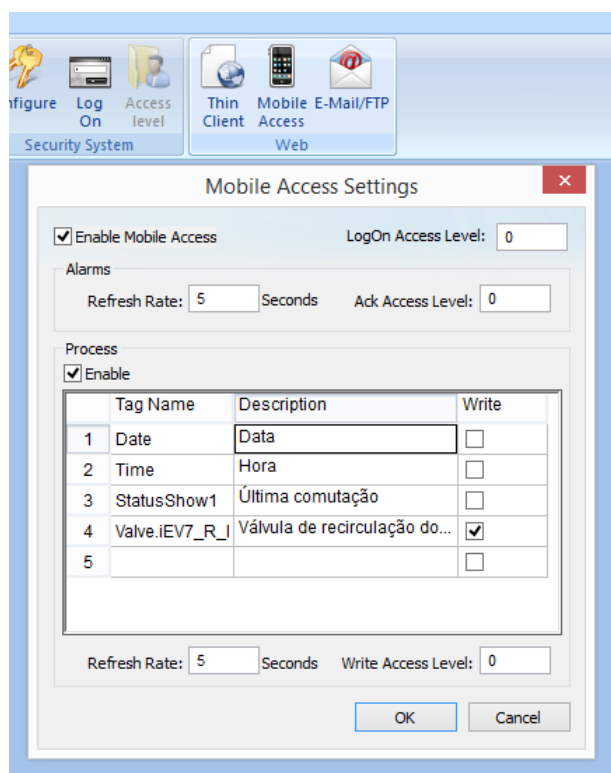


Figura 42 – Configuração no InduSoft Web Studio® das variáveis a serem partilhadas via *smartphone*.

6.6. Montagem do IPC

Com a chegada do IPC, pôde-se concluir que não seria necessário colocar o CPU separado do ecrã tátil visto haver espaço suficiente entre a porta do quadro e o autómato e, assim sendo, evitou-se construir plataformas para segurar os dois componentes em separado. A montagem final do IPC está ilustrada nas Figuras 43 e 44.



Figura 43 – IPC montado na porta do quadro.



Figura 44 – Ligações entre CPU e ecrã tátil e alimentação.

6.7. Funcionamento do Novo SCADA

Sendo que só pessoal autorizado pode manusear no SCADA, existiu a necessidade de criar um menu inicial onde o operador tem que introduzir o “Nome de Utilizador” e “Palavra-Chave”. Como o IPC possui um ecrã tátil, o operador necessita de utilizar um teclado virtual que o permita escrever os dados mencionados, Figura 45.

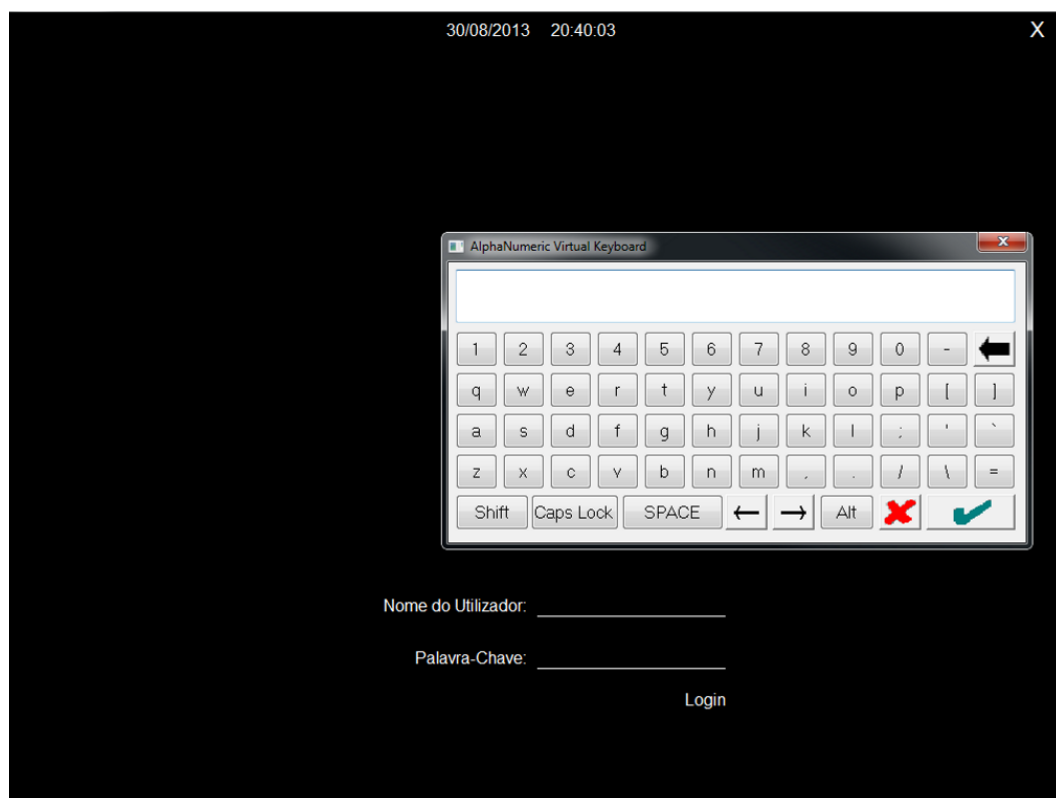


Figura 45 – Teclado para utilizar no ecrã tátil.

Após se efetuar o login, a interface mostra um cabeçalho onde é indicado o nome da empresa, o nome do utilizador, a data e hora, uma *combobox* responsável pela escolha da vista central, o *LogOut* e uma cruz que simboliza o encerrar. No rodapé existe um indicador do último valor digital a variar. Essas variações de valor são gravadas na base de dados criada no portátil que regista a data e hora da alteração, o nome da válvula, a comutação que ocorreu e o período que se encontrou aberta caso tenha fechado. Para além dos dados serem gravados na base de dados, também é criado um ficheiro “.txt” onde se podem encontrar os mesmos.

A “Vista 3D” (Figura 46) fornece uma vista geral da secção de solutos e indica se o ventilador se encontra ligado ou desligado.

Na “Vista 2D Norte” (Figura 47) é possível verificar se as válvulas se encontram abertas ou fechadas, ou até mesmo na posição intermédia o que aciona um alarme, os tanques apresentam o seu peso e o nível de soluto no seu interior, ainda é possível ver se o ventilador se encontra ligado ou não. Quando as bombas centrífugas de alimentação entram em funcionamento, aparece um texto a indicar se estão em velocidade “rápido” ou “lento”. Os agitadores e a bomba de duplo diafragma funcionam tal e qual o ventilador, mostrando apenas se se encontram em funcionamento ou não.

Finalmente, a “Vista 2D Sul” (Figura 48) apresenta os mesmos que a vista anterior, fora as bombas centrífugas de alimentação.



Figura 46 – Novo SCADA com a Vista 3D.

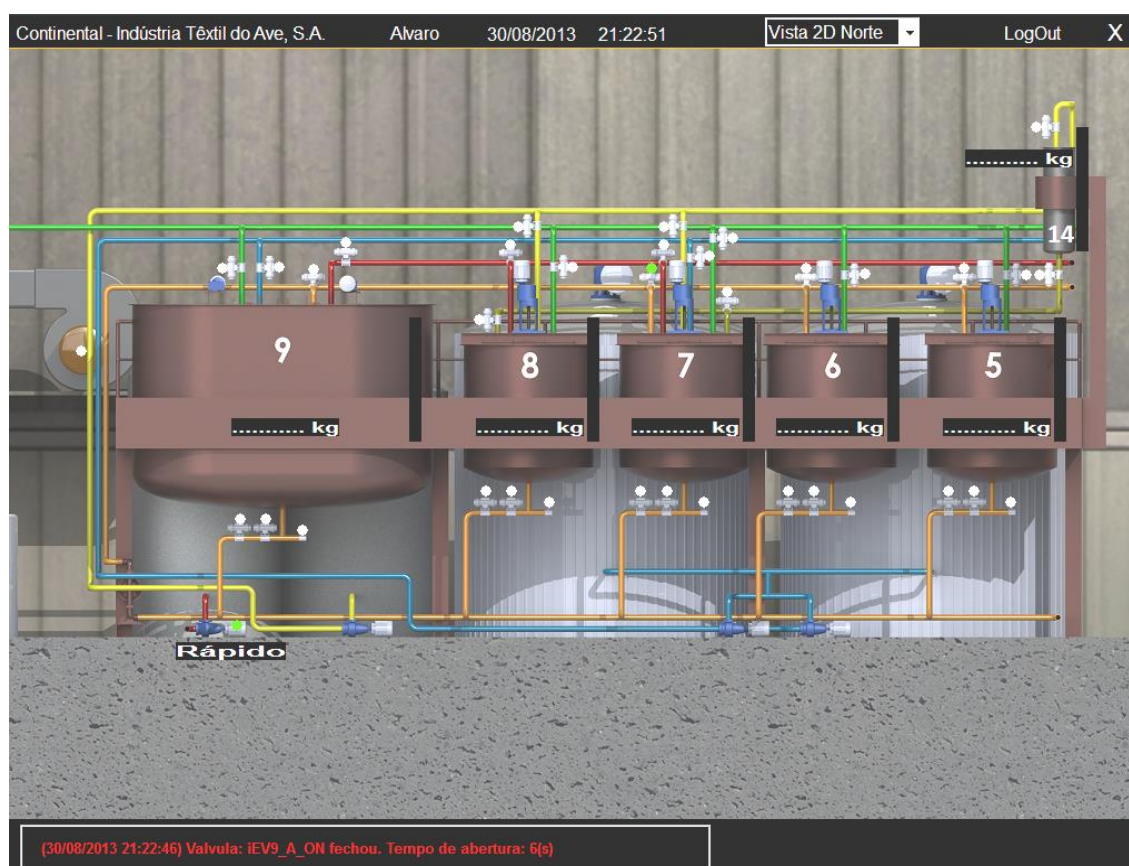


Figura 47 – Novo SCADA com a Vista 2D Norte.

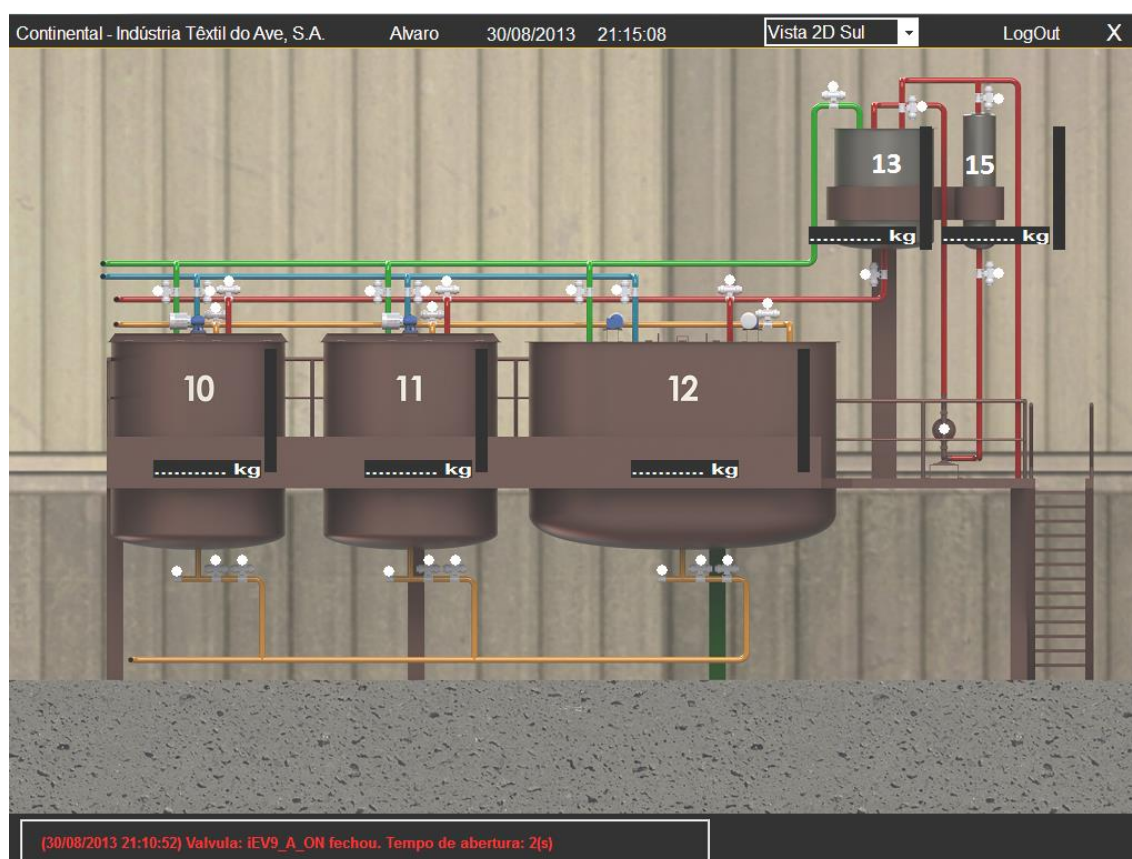


Figura 48 - Novo SCADA com a Vista 2D Sul.

6.8. Resultados Obtidos

Apesar da *innerboard* ainda não ter chegado, foi instalado o SCADA no IPC e realizaram-se testes com o portátil onde se desenvolveu a aplicação SCADA de forma a comprovar o funcionamento.

É possível observar a partir das Figuras 49, 50, 51 e 52 que o novo SCADA é capaz de monitorizar com eficiência a secção de solutos e escrever com precisão na nova base de dados alterações que ocorreram nas válvulas no período em que esteve conectado com o autómato.



Figura 49 – IPC com o novo SCADA em funcionamento.

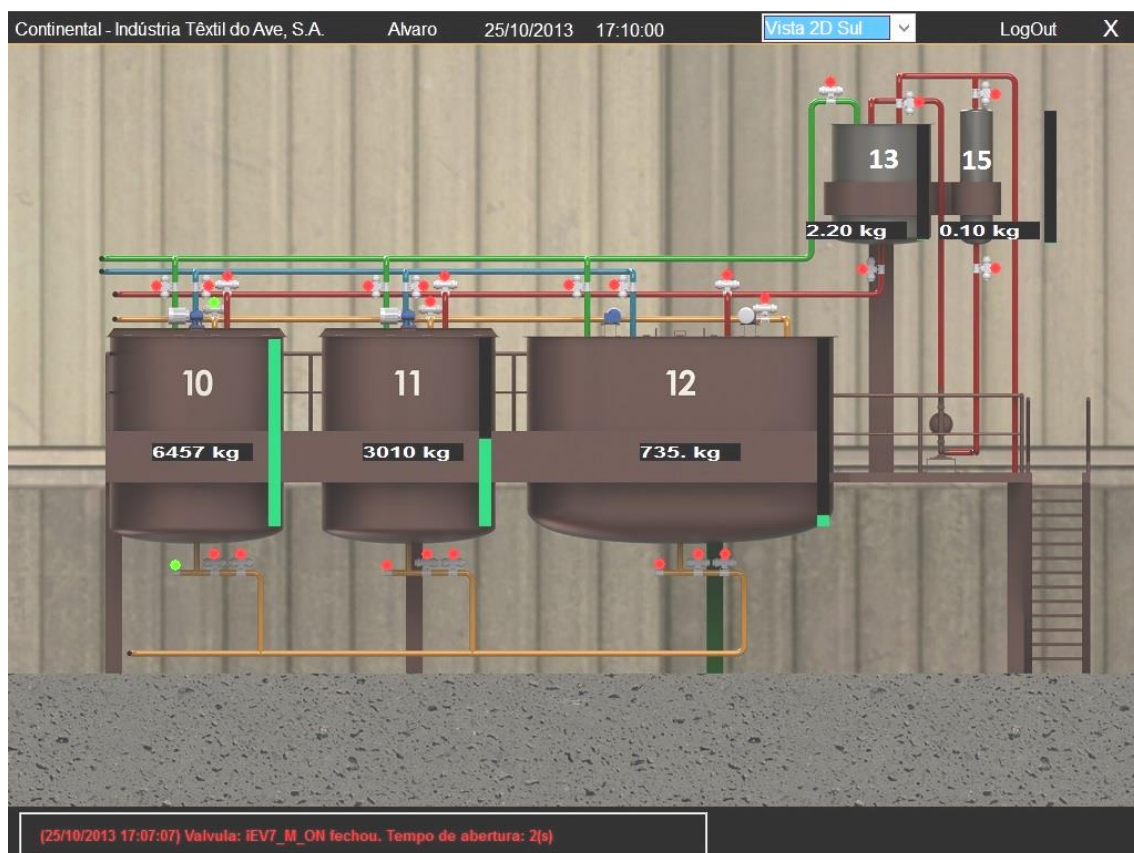


Figura 50 – Vista 2D Sul a monitorizar com sucesso as variáveis digitais e analógicas do sistema.

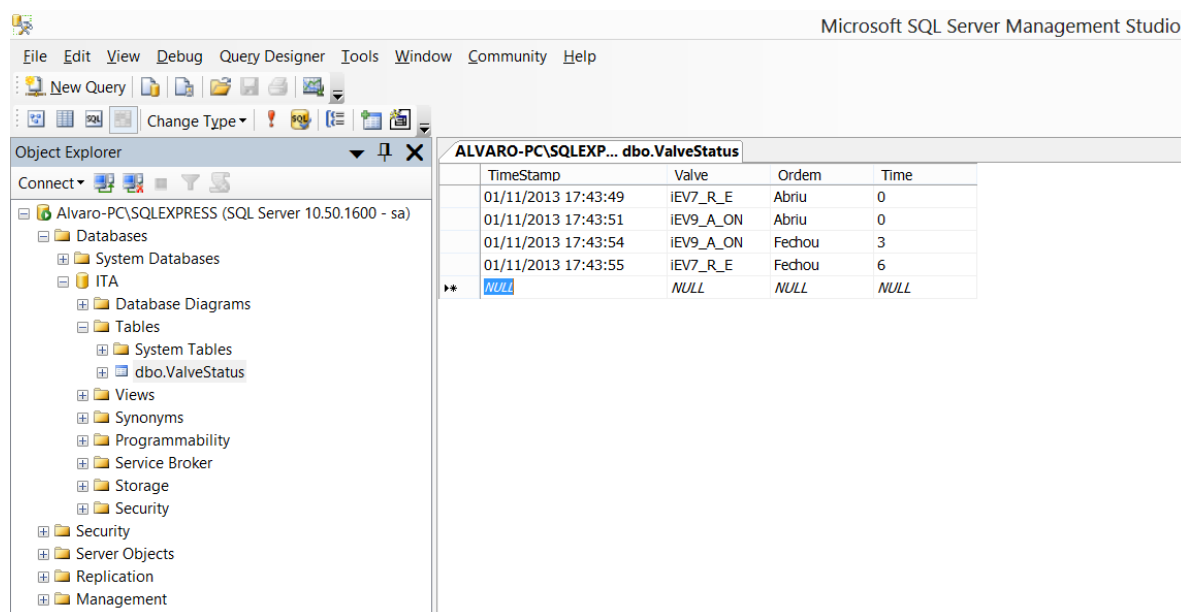


Figura 51 – Nova base de dados com informação relativa aos testes realizados.

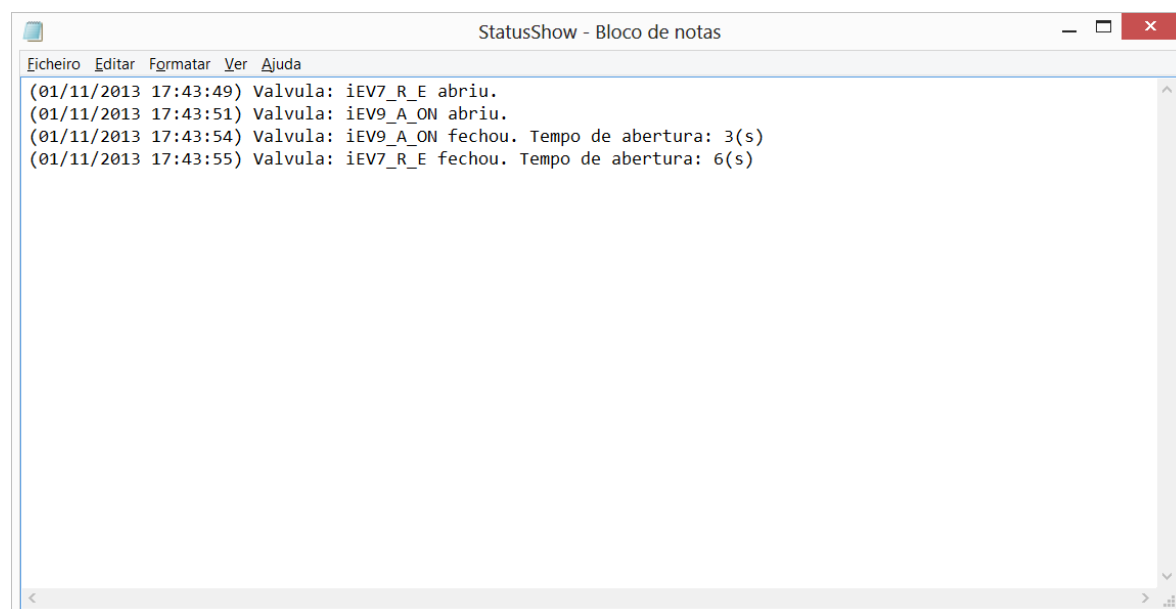


Figura 52 – Ficheiro “.txt” criado a partir da nova base de dados.

De forma a se poder demonstrar o funcionamento correto da página web com acesso ao novo SCADA, utilizou-se um *router* com alguns computadores e *smartphones*. Partilhou-se o IP do portátil onde se encontrava o *InduSoft Web Studio®* a funcionar e tentou-se aceder via computador e *smartphone* ao SCADA. Todos os computadores e *smartphones* que se encontravam ligados ao *router* conseguiram aceder ao SCADA sem dificuldades (Figura 53 e 54). É possível observar na Figura 55 que o valor da válvula possui um tom azulado, isto significa que a variável pode ser alterada diretamente no *smartphone* e os restantes dispositivos que se encontravam na rede eram capazes de observar se o dito valor alterava por ação de algum deles.

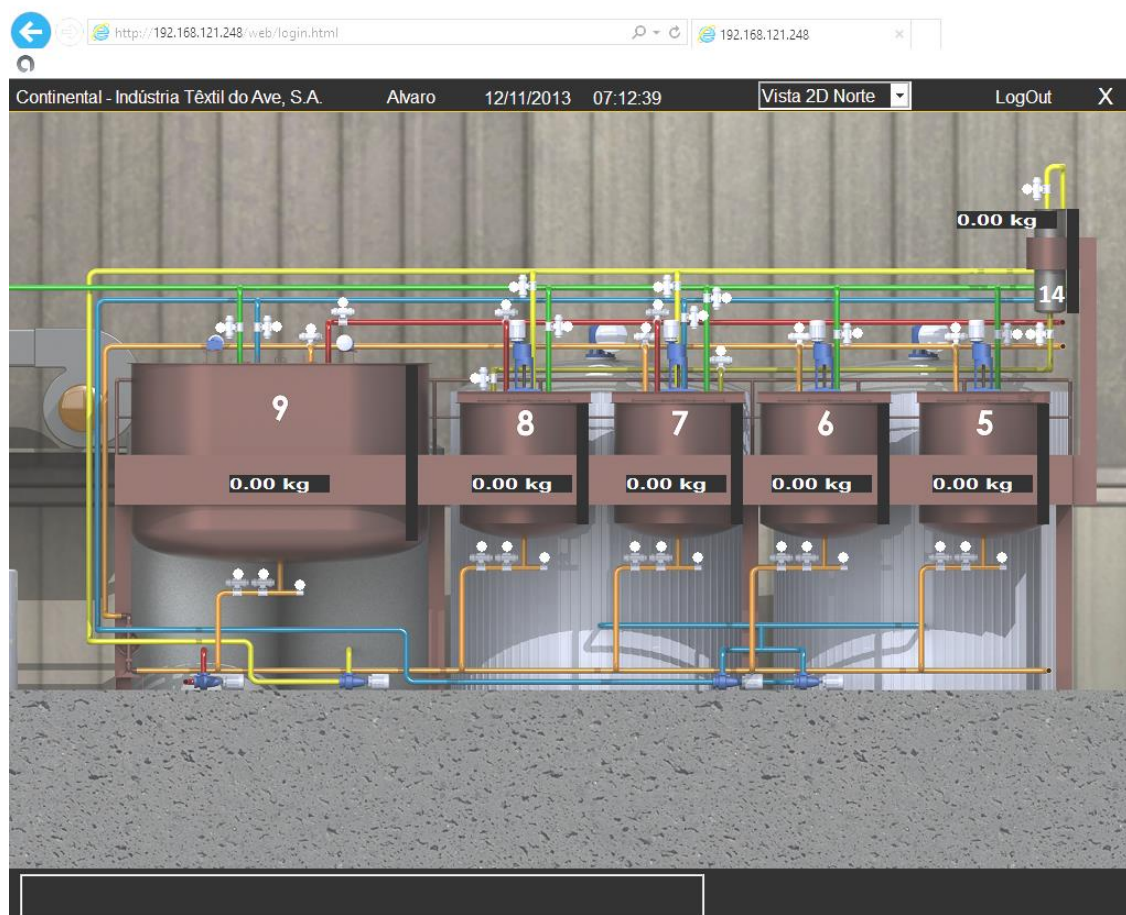


Figura 53 – Novo SCADA acedido pelo *Internet Explorer*.

Web Ready
InduSoft
Tools for Automation

LogOn

User:

Password:

Figura 54 – *Login* do novo SCADA via *smartphone*.



Process

[Home](#) [Alarms](#) [Log Off](#)

Description	Value
Data	11/12/2013
Hora	07:08:24
Última comutação	Empty
Válvula de recirculação do tanque 7 abriu	Off

Figura 55 – Disposição das variáveis no *smartphone*.

7. Conclusões

7.1. Conclusões e comentários finais

A C-ITA é uma empresa que se dedica à impregnação de tecido e corda para aplicações industriais, maioritariamente para o fabrico de pneus. Após se obter o tecido ou corda a partir da matéria-prima, é submetido a um processo de impregnação com o objetivo de melhorar a adesão à borracha como também a estabilidade dimensional. A mistura para a impregnação é produzida na secção de solutos. A secção de solutos é controlada através de um SCADA desenvolvido por uma empresa externa que não é editável. Por este motivo, existe interesse da empresa desenvolver um novo SCADA que efetue as mesmas operações que o já existente e que permita a sua atualização para as novas necessidades.

Este trabalho baseou-se no desenvolvimento de uma aplicação SCADA capaz de monitorizar e controlar todos os componentes físicos existentes na secção de solutos na Continental – Indústria Têxtil do Ave (C-ITA), tal como adicionar redundância ao sistema, permitindo que o novo e atual SCADA pudessem trabalhar simultaneamente sem problemas de comunicação.

Infelizmente, devido aos inúmeros problemas encontrados, tais como atraso na entrega de material e configurações de *software* descobertas demasiado tarde, não foi possível atingir os objetivos inicialmente propostos. Por esse motivo, foi adotado como objetivo principal a criação de uma aplicação SCADA apenas no modo de monitorização, e que permitisse que os dados fossem gravados numa base de dados, e caso o operador assim deseje, exportar esses dados para um ficheiro de texto.

Desenvolveu-se uma interface gráfica apelativa a partir do *software* de modelação tridimensional *SolidWorks®* que foi muito bem recebida pelos operadores.

Apesar de todos obstáculos encontrados, este trabalho foi visto pela empresa como muito útil e integrado na estratégia de modernização e renovação de toda a secção de solutos.

Em termos pessoais, esta experiência foi um grande desafio que me permitiu adquirir conhecimentos e experiência em ambiente industrial que certamente me auxiliarão no futuro profissional.

7.2. Trabalhos futuros

Com a chegada da *innerboard* será possível dar continuidade ao desenvolvimento do novo SCADA com diversos ensaios sem haver necessidade de cessar produção.

Com a possibilidade do novo SCADA se tornar “no” SCADA, existe a hipótese de adquirir um novo autómato e módulos se, de facto, alguma atualização nos produtos da *Omron* (visto ser um dos principais fornecedores da C-ITA) adicionar características relevantes.

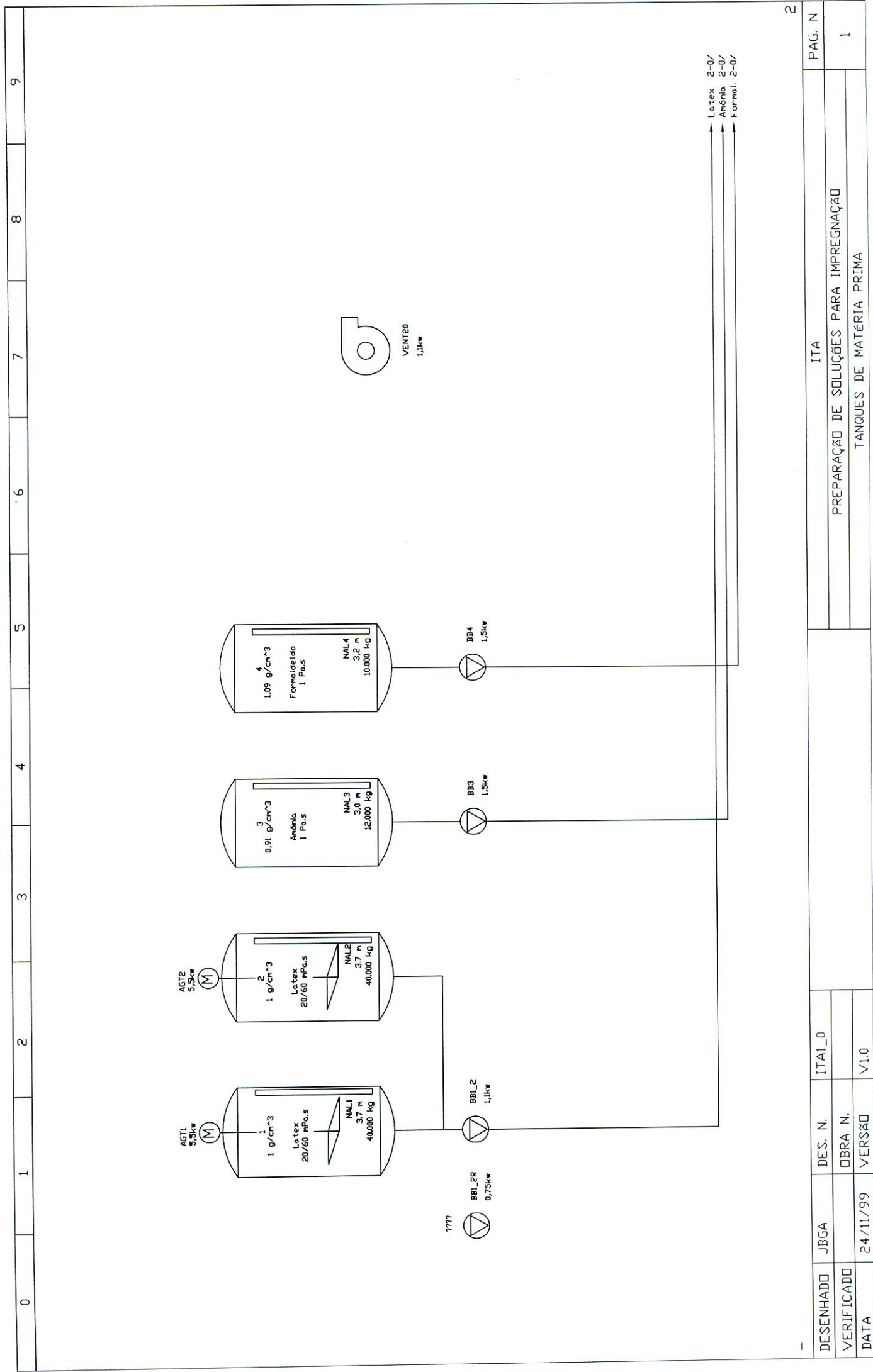
Desenvolver uma versão mais cuidada da interface disponibilizada pelo SCADA aos *smartphones*.

8. Referências bibliográficas

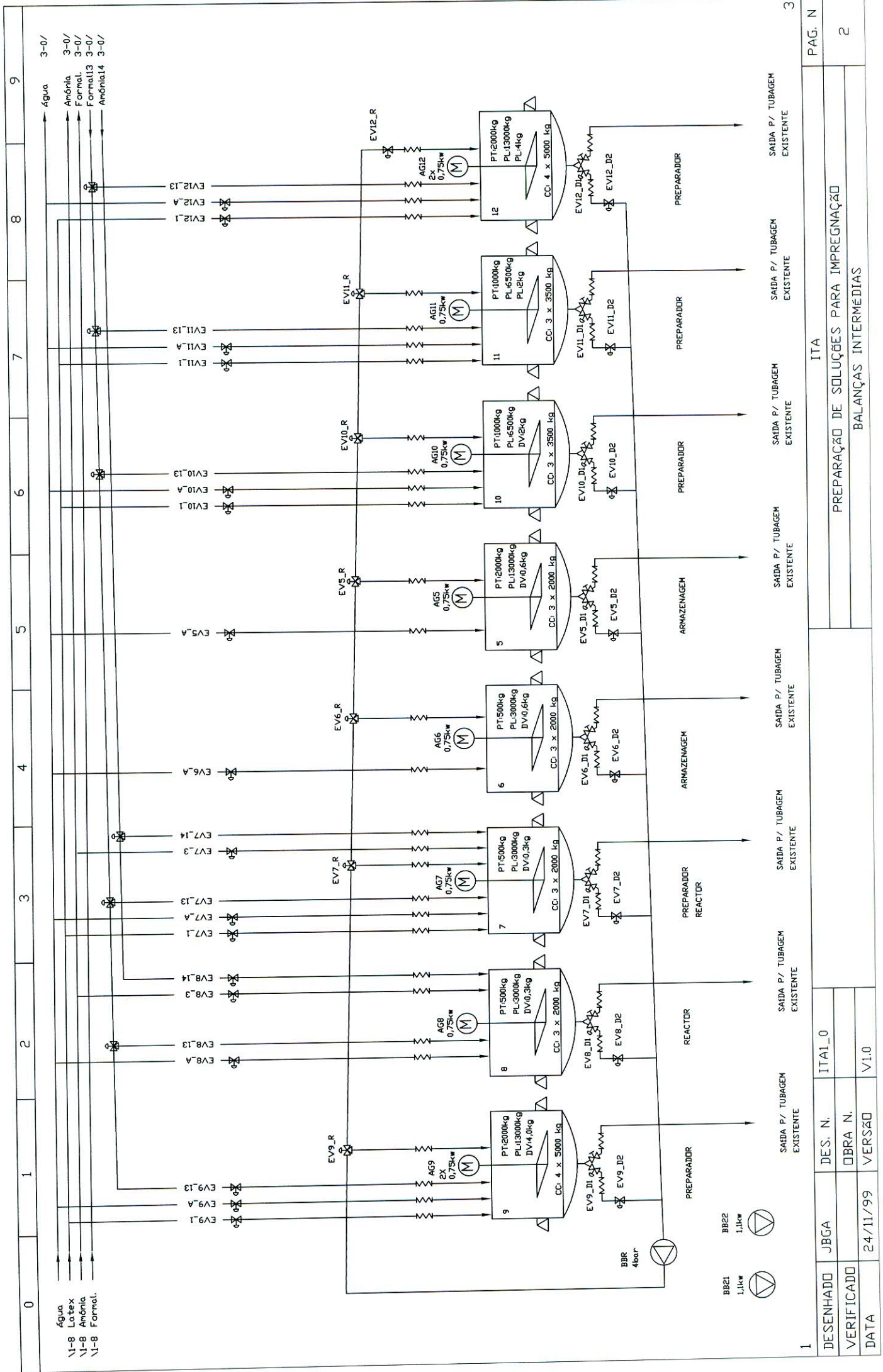
1. **Auditene - Projectos e Auditorias Energéticas, lda.** *Auditoria Energética*. Vila Nova de Famalicão : s.n., 2012.
2. Acedido em Abril de 2013
http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=16536.
3. Acedido em Abril de 2013
http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=23142.
4. Manual do sistema SCADA.
5. **S.L, Prisma.** Catálogo General. 2011.
6. Acedido em Maio de 2013
. http://www.ehow.com/how-does_4922363_double-diaphragm-pump-work.html.
7. Acedido em Maio de 2013. <http://www.amcec.com/pictures/overview.jpg>
8. Acedido em Maio de 2013.
<http://sine.ni.com/cms/images/casestudies/anibaah.jpg?size>
9. **Studio, InduSoft Web.** Acedido em Maio de 2013. <http://www.indusoft.com>
10. **Instruments, National.** *Lookout Release Notes*. Acedido em Maio de 2013.
<http://www.ni.com/pdf/manuals/371384d.pdf>.
11. **Instruments, National.** *Requisitos do sistema para NI LabVIEW Development Systems e módulos do LabVIEW*. Acedido em Maio de 2013.
<http://www.ni.com/labview/requirements/pt/>
12. **Instruments, National.** *LabVIEW Datalogging and Supervisory Control Module*. Acedido em Maio de 2013. <http://www.ni.com/pdf/manuals/374128c.pdf>.
13. **Studio, InduSoft Web.** *InduSoft Web Studio v7.0 Getting Started Guide*. 2010.
14. **Omron.** PC INDUSTRIAL DIALOG. *O diálogo industrial de confiança*

9. Anexos

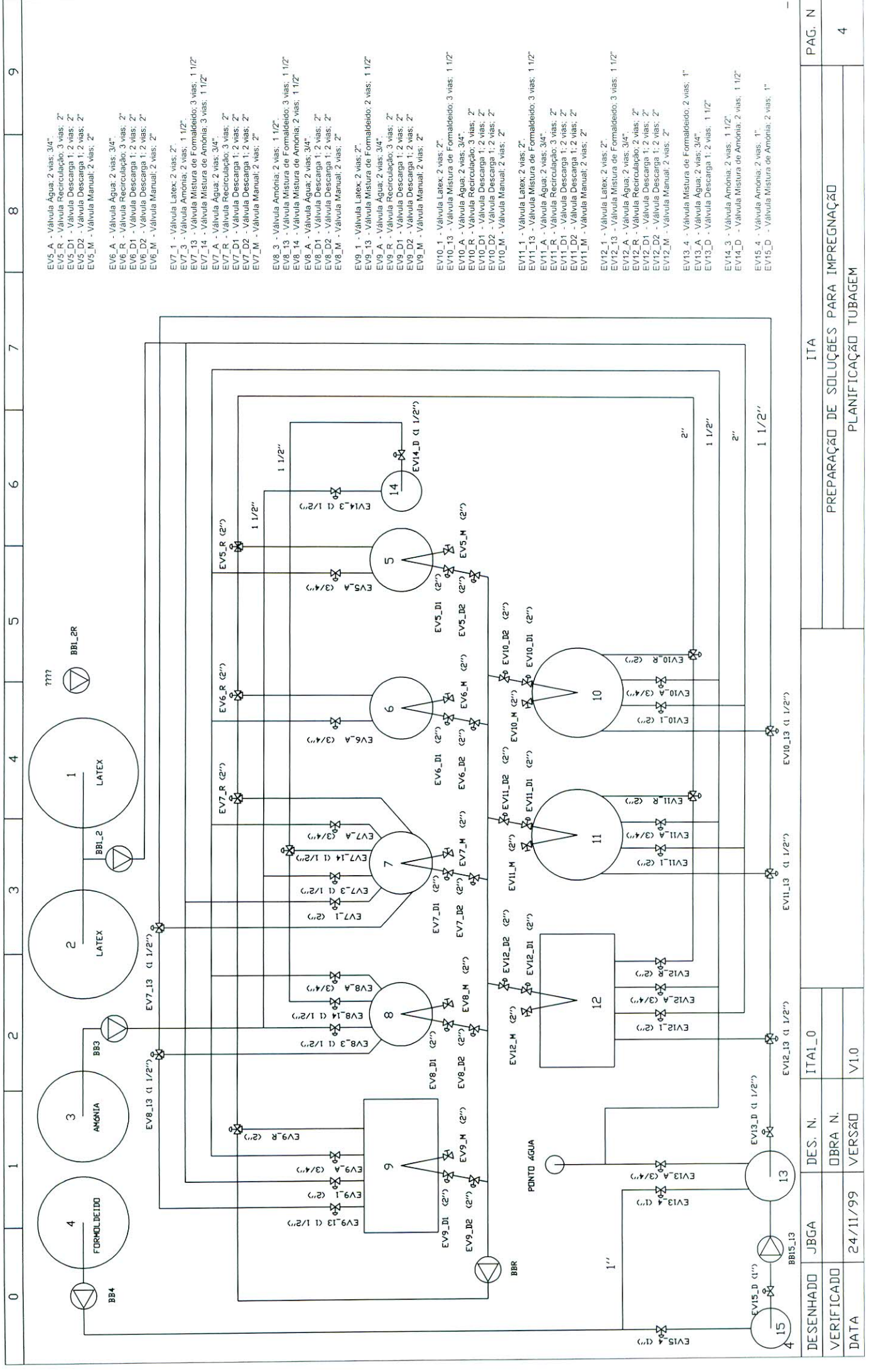
ANEXO A Diagramas de Princípio

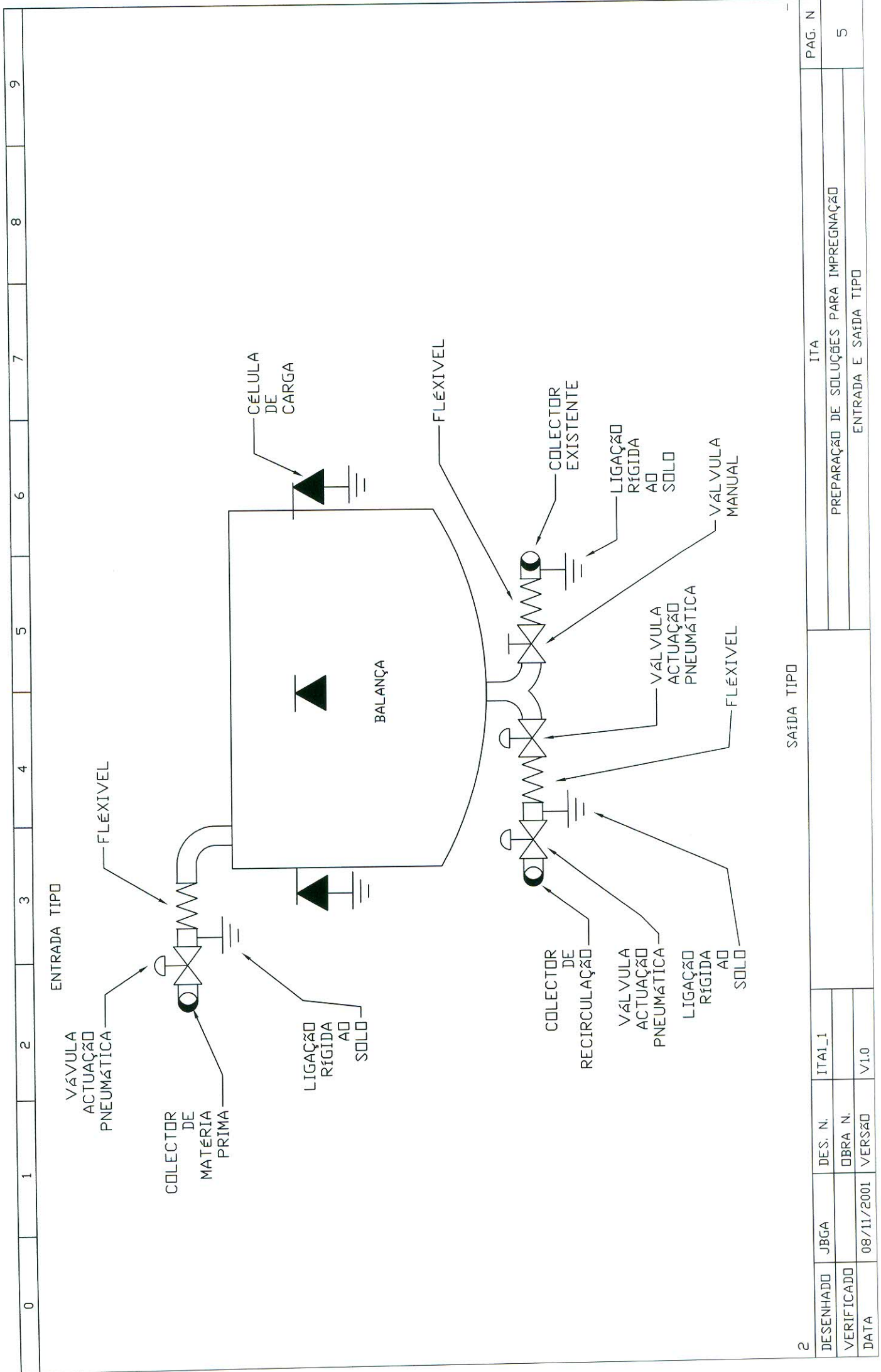


DESENHADO	JBGA	DES. N.	ITA1_0	ITA					PAG. N	2
VERIFICADO		OBRA N.		PREPARAÇÃO DE SOLUÇÕES PARA IMPREGNAÇÃO						
DATA	24/11/99	VERSÃO	V1.0	TANQUES DE MATÉRIA PRIMA						
									1	



1		ITA		3		PAG. N	
DESENHADO	JBCA	DES. N.	ITA1_0	SAÍDA P/ TUBAGEM EXISTENTE	SAÍDA P/ TUBAGEM EXISTENTE	PREPARAÇÃO DE SOLUÇÕES PARA IMPREGNAÇÃO	
VERIFICADO		OBRA N.		SAÍDA P/ TUBAGEM EXISTENTE	SAÍDA P/ TUBAGEM EXISTENTE	BALANÇAS INTERMÉDIAS	
DATA	24/11/99	VERSÃO	V1.0	SAÍDA P/ TUBAGEM EXISTENTE	SAÍDA P/ TUBAGEM EXISTENTE	2	





2	DESENHADO	JBGA	DES. N.	ITA1_1	SAÍDA TIPO				ITA	PAG. N
	VERIFICADO		OBRA N.							5
DATA	08/11/2001	VERSÃO	V1.0							